

**Stallhygienische Untersuchungen
in Rinderställen
des Landkreises Marktoberdorf
unter besonderer Berücksichtigung
der Stallneubauten und Aussiedlerhöfe**

JOHANN LUDWIG

1967

Aus dem Institut für Tierhygiene der Universität München

Vorstand: Professor Dr. J. Kalich

STALLHYGIENISCHE UNTERSUCHUNGEN
IN RINDERSTÄLLEN DES LANDKREISES MARKTOBERDORF
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER
STALLNEUBAUTEN UND AUSSIEDLERHÖFE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Johann Ludwig

aus Bernbach

München 1967

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München



Dekan: Professor Dr. H. Herrlich

Referent: Professor Dr. J. Kalich

Tag der Promotion: 28. Juli 1967

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung	1
B. Literatur	2
I. STALLBAU	2
1. Baugrund und Bauplatz	2
2. Umfassungsmauern	2
3. Stalldecke	5
4. Stallboden	6
5. Fenster	7
6. Richtung der Fenster	8
7. Türen	9
8. Stallhöhe	9
9. Aufstallungsarten	10
10. Luftraum	12
11. Lüftungsanlagen	12
II. STALLKLIMA	15
1. Temperatur	15
2. Luftfeuchtigkeit	17
3. Kohlendioxydgehalt	19
4. Abkühlungsgröße und Luftbewegung	21
5. Beleuchtung	22
6. Staubgehalt der Stallluft	22
C. Eigene Untersuchungen	23
I. UNTERSUCHUNGSGEBIET	23
1. Geologischer Aufbau	23
2. Klima	23
3. Industrie und Landwirtschaft	24
4. Landwirtschaftliche Betriebsgröße	24
5. Viehwirtschaft	25

II. MATERIAL UND METHODIK	26
1. Allgemeines	26
2. Beschreibung der Geräte und Meßtechnik	27
a) Temperatur	27
b) Luftfeuchtigkeit	27
c) Kohlendioxydgehalt	28
d) Abkühlungsgröße und Luftbewegung	28
e) Beleuchtung	29
III. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	29
1. Bautechnische Angaben	29
a) Alter der Ställe	29
b) Lage der Ställe zur Himmelsrichtung	30
c) Bodenfläche	30
d) Stallraum	31
e) Umfassungsmauern	32
f) Stalldecke	33
g) Stallboden und Aufstallung	34
h) Fenster	34
i) Verhältnis von Fensterfläche zu Bodenfläche	35
j) Verteilung der GVE	36
k) Luftraum pro GVE	37
l) Lüftungsanlagen	38
2. Stallklimatische Messungen	39
a) Temperatur	39
b) Luftfeuchtigkeit	40
c) Kohlendioxydgehalt	41
d) Abkühlungsgröße	42
e) Luftbewegung	43
f) Helligkeit	44
3. Milchleistung	45
IV. BESCHREIBUNG EINES FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET TYPISCHEN AUSSIEDLERHOF-STALLES MIT GRUNDRISS	47

	Seite
D. Besprechung der Ergebnisse	49
E. Zusammenfassung	55
F. Summary	57
G. Literaturverzeichnis	59
H. Abbildungen und Übersichtstabellen	71
I. Lebenslauf	

A. Einleitung

Unter dem Zwang wirtschaftlicher Erfordernisse war und ist die Tierhaltung ständigem Wandel unterworfen.

Seit etwa der Mitte des 20. Jahrhunderts stehen wir am Anfang einer neuen Form der Tierhaltung, der sogenannten Intensivhaltung, die mit einer fortschreitenden Industrialisierung der Tierproduktion verbunden ist. Die Landwirtschaft mußte andere Wege beschreiten, um die schnell wachsende Bevölkerung mit tierischen Produkten wie Milch, Fleisch und Eiern ausreichend versorgen zu können. Wollen wir aber unter Tierhaltung die Summe der Umweltfaktoren verstehen, unter denen die Haustiere leben, so müssen wir auch wissen, daß Tiergesundheit und Tierhaltung aufs engste zusammenhängen. Denn jeder Umweltfaktor, dem sich ein Tier nicht mehr anzupassen vermag, kann zur Ursache einer Krankheit werden.

So gewann die Stallhygiene wohl immer mehr an Bedeutung. Wir dürfen uns jedoch nicht über die Tatsache hinwegtäuschen lassen, daß die Landwirte lange Zeit in allen stallhygienischen Fragen auf sich allein gestellt waren. Die Tierärzte früherer Zeiten konnten sich nur auf praktische Erfahrungen stützen.

Tierhygienische Untersuchungen auf wissenschaftlicher Grundlage gibt es erst seit der Jahrhundertwende.

Daraus mag verständlich werden, daß ein Großteil der alten Stallungen den heutigen hygienischen Anforderungen nicht mehr entspricht. Wir müssen aber auch heute noch feststellen, daß man sich in der Landwirtschaft nur zum Teil über den Wert hygienischer Maßnahmen im klaren ist. Vielfach werden betriebswirtschaftliche Erfordernisse berücksichtigt, ohne den hygienischen Anforderungen gerecht zu werden. So weisen neue Ställe alte Mängel auf. Tierärztliche Aufklärungsarbeit ist sowohl bei den Landwirten als auch bei den Landbaumeistern erforderlich.

Vom Vorstand des Instituts für Tierhygiene, Herrn Prof. Dr. J. Kalich wurde mir die Aufgabe gestellt, in Rinderställen des Kreises Marktoberdorf stallklimatische Untersuchungen durchzuführen.

Dabei sollte den Stallneubauten und Aussiedlerhöfen besondere Bedeutung beigemessen werden.



B. Literatur

I. STALLBAU

1. Baugrund und Bauplatz

Die Berücksichtigung hygienischer Gesichtspunkte beginnt bereits mit der Auswahl des Bauplatzes. Der Stall soll wie das Wohnhaus auf trockenem und festem Untergrund erbaut sein. Das Fundament muß nach ROLLE (91) mindestens $1/2$ m über dem Grundwasserspiegel liegen, um den Stall vor Fäulnis zu schützen.

Lehm und Ton, feiner Sand und Torf sind auf alle Fälle wegen ihrer großen kapillaren Adhäsion als Baugrund abzulehnen. Schlacke auf dem gesunden Baugrund schützt vor aufsteigender Feuchtigkeit und bietet zugleich einen guten Wärmeschutz.

Bei der Lage des Stalles ist darauf zu achten, daß die für die Tiere günstigen Einflüsse der Witterung ausgenützt, andererseits die ungünstigen Witterungsfaktoren weitgehend abgehalten werden. Licht und Luft sollen gut an den Stall herantreten können, während er gegenüber der Hauptwindrichtung abgeschirmt sein soll.

2. Umfassungsmauern

Im geschlossenen Stall haben die Wände zwei Aufgaben zu erfüllen: Sie müssen einerseits tragfest und andererseits ausreichend wärmedämmend sowie befriedigend wärmespeichernd sein. Solange zwischen der Raumluft und dem Außenklima eine Temperaturdifferenz besteht, findet durch die Wände hindurch eine Wärmebewegung, ein Wärmefluß statt, der immer in der Richtung von Räumen mit höherer zu solchen mit tieferer Temperatur verläuft. Dieser Wärmefluß kann je nach den Eigenschaften der verschiedenen Baustoffe verlangsamt oder beschleunigt werden. Deshalb ist beim Stallbau in der Wahl der Baustoffe darauf zu achten, daß die Umfassungswände zu einer Temperaturscheide zwischen Außen- und Innenklima werden.

Das Material ist um so geeigneter, je geringer sein Wärmeleitvermögen ist. Das Wärmeleitvermögen wird durch die Wärmeleitzahl ausgedrückt, die besagt, welche Wärmemenge in kcal in der Zeiteinheit einer Stunde durch die Flächeneinheit von 1 m^2 einer Stoffschicht von 1 m Dicke hindurchgeht, wenn die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Oberflächen 1°C beträgt.

$$\text{Wärmedurchlaßzahl} = \frac{\text{Wärmeleitzahl}}{\text{Dicke der Wand}}$$

Die Wärmeleitzahl gibt über die Brauchbarkeit eines Baustoffes hinsichtlich des Wärmeschutzes Auskunft. Sie wird von Materialprüfungsanstalten bestimmt. Die Wärmedurchlaßzahl macht eine Aussage über den tatsächlichen Wärmeschutz eines Bauteiles. Die Wärmeleitzahl bleibt also für jeden Baustoff konstant, die Wärmedurchlaßzahl dagegen ändert sich je nach der Dicke und der Schichtung eines Bauteiles.

Die Wärmeleitzahlen für einige Baustoffe sind nach DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau - ZIEGEL - BAUTASCHENBUCH 1962 (12):

für Granit	3,00	kcal/h m ²
für Kiesbeton	1,50 - 1,75	"
für Kalksandstein	1,00	"
für Vollziegel	0,40 - 0,68	"
für Bimsbeton	0,50	"
für Leichtlehm	0,25	"
für Holz	0,10 - 0,15	"
für Mineralfaser	0,03	"

Die schlechte Wärmedämmung eines Baustoffes kann man durch eine entsprechende Wandstärke kompensieren. Ziegel vereinigen am besten die beiden Eigenschaften Tragfestigkeit und Wärmedämmung, weshalb man für Vergleichszwecke hauptsächlich den Wärmeschutz einer bestimmten Vollziegelmauerdicke annimmt.

Nach NUSSHAG (74) muß die Wärmedämmung der Umfassungswände in unseren Klimazonen mindestens einer 38 cm dicken Vollziegelmauer entsprechen. Er hält Holz für ein vorzügliches Baumaterial, das leicht zu verarbeiten und von hohem Wärmeschutz ist.

Es sei hier nach KOLL (62) die für den gleichen Wärmeschutz erforderliche Wanddicke verschiedener Baustoffe aufgezeigt:

Kunsthartz - Schaumstoffe	2 cm
Sägespäнемörtel	5 cm
Hartholz	12 cm

Hohlziegel	32 cm
Vollziegel	40 cm
Stahlbeton	125 cm
Granit	180 cm

KESNER (57) konnte durch eingehende Studien mikroklimatischer Verhältnisse der Rinderställe nachweisen, daß das Entstehen eines fehlerhaften Mikroklimas auf in wärmetechnischer Hinsicht mangelhafter Durchführung der Umfassungskonstruktionen eines Stalles beruht.

Veraltete Ställe mit ihren stark wärmeleitenden Wänden lassen sich verhältnismäßig einfach und billig verbessern, wenn eine gute Wärmeisolationsschicht angebracht wird. OBER (75) empfiehlt dazu, an der Wandinnenseite eine Ziegelflachschaale vorzusetzen und den Zwischenraum mit Mineralfaserplatten auszufüllen.

3. Stalldecke

Grundsätzlich wird die Holzdecke von der Massivdecke unterschieden. Die Stalldecke beeinflusst in gleichem Maße wie die Wände das Stallklima. Die Lufttemperaturen liegen unterhalb der Decke meist um ca. 5° C höher als über dem Stallfußboden. Es ist wichtig, diese Wärme nicht durch eine stark wärmeleitende Stalldecke verlorengehen zu lassen.

ROLLE (91) tritt für die gut wärmeisolierende und billige Holzdecke ein, auf der noch in ausreichender Menge Heu und Stroh gelagert ist. Eine derartige Decke bezeichnet er als die "Lunge des Stalles".

ALBUS (3) schreibt vor, daß Holz, welches zum Bau einer Stalldecke benützt wird, zuerst getrocknet wird. Es darf nicht mehr als 12 - 14 % Feuchtigkeit enthalten. Die hierbei übliche Vorbehandlung mit eiweißfällenden Mitteln verringert die Wasseraufnahme und damit die Quellung des Holzes wesentlich.

Nach GERSPACH (35) läßt sich durch eine 1,5 m dicke Rauhfutterdecke Schwitzwasserbildung sicher vermeiden.

Es sind auch andere Materialien als Holz zum Bau von Stalldecken geeignet, wenn sie genügend wärmeisolierend und dunstsicher sind und eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Massivdecken müssen durch eine 8 - 10 cm dicke Lehmschicht hinreichend wärmedämmend gemacht werden; dies kann man ebenso durch das Aufschütten von Stroh und Spreu erreichen.

Das Schienen-Ziegel-Gewölbe, das aus Eisenträgern und Vollziegeln besteht,

wird heutzutage oft angetroffen. Die Eisenträger bilden Wärmebrücken, an denen meist Schwitzwasser beobachtet wird. Auf den Wärmeschutz der Eisenträger ist besonders zu achten.

4. Stallboden

Für das Wohlbefinden der Tiere im Stall sind nicht nur Raumklima und Aufstallungssystem, sondern in sehr wesentlichem Maße auch der Stallboden mitbestimmend.

Nach HILLENDahl (44) entfallen von den Gesamtbaukosten eines Stalles 20 % auf den Stallfußboden. In Ställen mit reichlicher Einstreu werden an die technische Beschaffenheit der Standbeläge keine besonderen Anforderungen gestellt. Die arbeitswirtschaftliche Entwicklung zielt jedoch auf wenig Einstreu bis zum fast einstreulosen Stallboden hin. Böden solcher Ställe müssen unbedingt auch warm sein.

GRUBER (38) verlangt, daß der Stallboden fugenlos, trocken, undurchlässig, anhygroskopisch und griffig ist.

KOLL (62) empfiehlt als Stallboden zuunterst 15 - 25 cm Stein- oder Grobschotterisolierung, darauf eine Schicht Einkornbeton von 8 - 10 cm und zuoberst einen Wärmeestrich von 3 - 25 cm. Viele Autoren halten Holzböden zwar für warm, lehnen sie aber aus hygienischen Gründen und wegen zu geringer Haltbarkeit ab. Harn und Kot dringen in die Fugen ein und bilden Brutstätten für Keime.

GERSPACH (25) hat gegen die Verwendung des Holzes als Stallboden in holzreichen Gebirgsgegenden nichts einzuwenden, verlangt aber ein Standplatzgefälle von mindestens 3 %, während nach DAL (18) ein Gefälle von 1 - 3,5 % genügt.

Heute kommt eine große Anzahl verschiedener Standbelagstoffe auf den Markt, wie z. B. Steinit, Stallit, Kornit, die als Glattnstrich in einer Schicht von 3 cm Stärke auf einer Raubbetonunterlage von 6 - 8 cm ausgeführt werden. Es entsteht hierdurch ein fugenloser, griffiger und warmer Bodenbelag, der dauerhafter als Holzboden ist.

FRITSCH (32) gibt den harten Zement- und Rostböden, d. h. dem Fehlen der weichen Matratze, die Hauptschuld für das zunehmende Auftreten von Klauenleiden bei unseren Rindern.

DUDYREV (23) spricht sich gegen die allseitige Verwendung von Betonfertigteilen aus und empfiehlt für den Bau von Stallfußböden gegebene Baumaterialien, wie Holz oder Ziegelstein, da diese besser den Erfordernissen der einzelnen klimatischen Zonen entsprechen.

HAPP (39) hält Estrich wegen seiner rauen Oberfläche als Stallbodenbelag für

nicht günstig; besser seien Gummimatten, Holz oder Bitumen. Die Kombination Gummimatte - Gitterrost sei zwar noch etwas weniger anzutreffen als Estrich-Rost, doch in fast allen neueren Ställen seien heute Gummimatten zu finden.

Zement- und Betonfußböden sind durch die hohe Wärmeleitung sehr kalt, hart und rutschig.

5. Fenster

Eine gute Stallbeleuchtung fördert die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere (ZORN 116). Dem Lichteinfall dient nur die Glasfläche eines Stallfensters, während für den Kältezuluß die gesamte Maueröffnung maßgebend ist. Daher soll die Fensterfläche nur so groß sein als nötig, denn zu große Fenster bedeuten einen Verlust an Wärme, zu kleine einen Mangel an Licht. Neben der Fensterrichtung gilt zum anderen auch das Verhältnis der Fensterfläche zur Bodenfläche als Maßstab für die Beleuchtung eines Stalles.

Es verlangen die einzelnen Autoren für Rinderställe folgende Verhältnisse von Fenster- zu Bodenfläche:

ROLLE (91)

STIETENROTH (106) 1 : 15 - 1 : 20

ZORN (116)

KALICH (53)

MANN (72)

JANAC und SVOBODA (51) 1 : 20

OBBER (76)

BORCHERT (10)

BEHRENS (6) 1 : 20 - 1 : 25

Nach KALICH (54) soll das wärmewirtschaftlich bedingte Größtmaß der Fensterfläche von 1 qm / 2 GVE nicht überschritten werden.

HOLMQUIST (47) empfiehlt, die Fensterflächen möglichst einzuschränken, da sie wärmetechnisch Verlustquellen darstellen. Je höher die Fenster in der Wand sitzen, desto besser ist ihre Licht- und Lüftungswirkung. Deshalb soll

man vorspringende Fensterstürze entweder ganz weglassen oder sie so niedrig wie möglich halten.

MANN (72) schlägt vor, zur Vermeidung von Eisbildung an der Glasfläche im Winter und von Kondenswasserniederschlag, entweder zwischen Rahmen und Fenstersohlbank oder aber zwischen unterem Rahmenteil und Scheibe einen Schlitz von etwa 1 cm zu lassen, so daß ständig Frischluft einströmen und die Scheibe trocknen kann.

KALICH (53) empfiehlt bei zu großer Fensterfläche, die viel Wärme entzieht, die Abdeckung der Fenster mit Brettern oder Glaswolle.

Das von den meisten Autoren geforderte Verhältnis von FF : BF = 1 : 20 wird tatsächlich nur in den wenigsten Fällen erreicht.

HERTER (42) fand bei seinen Untersuchungen im Durchschnitt ein Verhältnis von FF : BF = 1 : 69.

6. Richtung der Fenster

Die Tageslichtbeleuchtung des Stalles ist in sehr starkem Maße von der Richtung der Fenster abhängig. Naturgemäß erhält die Nordseite eines Gebäudes nur während des Hochsommers früh und abends etwas Streiflicht. Dadurch bedingt können Fenster an der Nordseite nur das indirekte, diffuse Licht weitergeben.

Fenster an der Ost- und Westseite erhellen stark das Rauminnere, besonders am Morgen und Abend. Nachteilig kann sich an sonnigen Hochsommertagen der fast senkrechte Sonneneinfall am Nachmittag durch die Fenster an der Westseite eines Stalles hinsichtlich der Wärmeeinstrahlung gestalten.

Am vorteilhaftesten sind Fenster an der Südseite eines Gebäudes. Sie lassen die Strahlen der im Winter sehr tief stehenden Sonne weit in den Raum hineinleuchten, während im Sommer die Wärmeeinstrahlung nicht so groß ist wie an der Westseite, weil der Einfallswinkel sehr spitz ist und somit wenig Wärmeeinheiten auf eine Flächeneinheit entfallen.

In unserer Gegend, im Bereich des Westwindgürtels, haben Fenster auf der Südseite weiterhin den Vorteil, daß sie in der Regel Witterungseinflüssen wie Wind und Regen, nicht so stark ausgesetzt sind.

KOLL (62) setzt den Sonnenfangwert eines Südfensters gleich 1,0. Danach ergibt sich für das Westfenster ein Wert von 0,6 und für das Nordfenster einer von 0,2 bei gleicher Fenstergröße. Es sei daher falsch, den geringeren Lichteinfall an der Nordseite durch größere Fenster ausgleichen zu wollen, da die Kälteeinwirkung durch das Nordfenster mindestens doppelt so hoch ist wie durch das Fenster auf der Südseite.

Die meisten Autoren lehnen nach Norden gerichtete Fenster ab und bevorzugen

die Südost- oder Südwestseite (NUSSHAG 74, ZORN 116, STIETENROTH 107 und HOLMQUIST 47).

HARDTMUTH (40) schlägt vor, wenn die Hauptfensterfront nach Süden gerichtet ist und somit im Sommer intensivster Sonnenbestrahlung ausgesetzt ist, diese Fenster mit wärmeabsorbierenden Gußgläsern zu versehen. Die blaugrüne Eigenfarbe des Gußglases wirkt außerdem abwehrend gegen Fliegen.

7. Türen

Stalltüren können das Stallklima ebenfalls sehr entscheidend beeinflussen, haben aber ansonsten die Aufgabe, die Stallarbeiten und den Viehtrieb zu ermöglichen. Es sind Flügel- oder Schiebetüren möglich. Zu viele und zu große Türen beeinflussen im Winter den Wärmehaushalt des Stalles ungünstig; daher ist es empfehlenswert, die nicht unbedingt notwendigen Türen durch Strohbälle wärmedämmend abzuschließen.

Nach OBER (76) sollen die Türen grundsätzlich nach außen zu öffnen sein. Die nach außen zu öffnende Tür wird vom Wind angedrückt und schließt damit dichter. Der Autor empfiehlt auch, den Türstock fest in die Außenmauer einzulassen und mit Mineralfasern zu isolieren.

NUSSHAG (74) fordert für Rinderställe eine Türbreite von 1,25 m und eine Höhe von 2,00 m, GERSPACH (35) tritt für eine Breite von 1,20 m und eine Höhe von 2,00 m ein. Zwischenmaße sollte man nach Möglichkeit vermeiden.

ROOTS-HAUPT-HARTWICK (92) halten 2,0 m Höhe und 1,25 m - 1,50 m Breite für Stalltüren am günstigsten.

8. Stallhöhe

Die Stallhöhe ist vor allem abhängig von verschiedenen Faktoren, nämlich der Art und der Zahl der aufgestellten Tiere und des dazu benötigten Rauminhaltes. In der Literatur finden sich über die Stallhöhe keine einheitlichen Angaben.

NUSSHAG (74) genügen 2,30 m Stallhöhe, während HOLMQUIST (46) 3,0 m vorschreibt.

GERSPACH (35) fordert für kleine Rinderställe eine Höhe von 2,30 - 2,50 m, für mittlere 2,70 m und für große 2,80 - 3,00 m.

OBER (75) gibt als Maß für die Stallhöhe 2,50 - 2,90 m an,

OMEIS (81) hält 2,30 - 2,50 m für ausreichend.

ROLLE (91) verlangt für den Rinderstall eine Höhe von 2,30 - 3,00 m.

9. Aufstallungsarten

Grundsätzlich unterscheidet man in der Rinderstallhaltung den Anbinde- und den Laufstall, wobei diese beiden Systeme wieder verschiedene Abwandlungen erfahren können.

Der Anbindestall soll so eingeteilt werden, daß sich eine klare Trennung von Mist- und Futterachse ergibt und alle Futtermittel möglichst bequem und direkt in den Stall gebracht werden können.

RIEMANN (88) berichtet, daß in England noch über 90 % aller Kühe im Anbindestall gehalten werden.

Je nach der Standlänge unterscheidet man im Anbindestall die drei verschiedenen Aufstallungsarten

Langstand,

Mittellangstand,

Kurzstand.

Der Langstand ist die älteste Form der Aufstallung, findet aber in neuen Stallungen heute kaum noch Verwendung. Stände mit einer Länge von über 2,20 m, bei denen überdies die Standoberfläche und der Mistgang durch eine merkliche Stufe voneinander abgesetzt sind, werden als Langstände bezeichnet. Der Langstand bietet den Tieren zwar ausreichend Bewegungsfreiheit, erfordert aber viel Einstreu. Dennoch läßt sich eine übermäßige Verschmutzung der Tiere nicht vermeiden. Der Langstand wird wegen seines bequemen Lagers als Abkalbestand bevorzugt.

Der Mittellangstand ist die häufigste Aufstallungsart. Eine 12 - 16 cm hohe Stufe trennt den Stand- bzw. Liegeplatz von der Kotabsatzstelle. Ein verschließbares Freßgitter zwingt die Tiere durch Zurücktreten zum Kot- und Harnabsatz in die tiefer gelegene Mistrinne. Der Stand- und Liegeplatz bleibt dadurch sauber. KALICH (54) fordert für den Mittellangstand eine Länge von 2,25 m, SOREMBE (105) eine von 2,00 - 2,30 m.

Dem Kurzstand wird in Zukunft aus arbeitstechnischen Gründen mehr an Bedeutung zukommen als bisher. Sein wesentlichstes Merkmal besteht in der kurzen Standfläche, so daß die Rinder sowohl in Ruhe- wie in Freßstellung mit den Hinterbeinen knapp an der Standstufe stehen und auch beim Liegen den Kopf über den Barren halten. Er ist in stroharmen Gegenden angezeigt, wo eine lange Wei-

dezeit als Ausgleich der Bewegungseinengung geboten wird.

EICHHORN (26) ist der Auffassung, daß im allgemeinen bei rauen klimatischen Bedingungen, wie etwa im Voralpenraum, geschlossene Stallhaltungsformen vorzuziehen sind. Strohsparende Lösungen wie Kurzstandanbindestall und Laufställe mit Liegeboxen erhalten daher steigende Bedeutung.

Nach WANDER (113) kommt es bei Haltung in Kurzständen leicht zu Gesundheitsschäden, wenn die Standmaße und Anbindevorrichtungen nicht auf die Körpermaße der Kühe abgestimmt sind. Der Abstand zwischen Anbindungsstelle und Kotkante soll 90 - 95 % der Rumpflänge der Tiere betragen. Als Maß für die Länge der Kurzstände ist die jeweils längste Kuh des Stalles zugrunde zu legen.

WAGENBACH (112) hält für den Kurzstand eine Standlänge von 1,50 m für ausreichend, während sich nach SUCHOMLIN (110) die Standlänge aus der Rumpflänge der Tiere minus 200 mm berechnet.

DUHAMEL (24) fordert pro Kuh 4,50 - 5,50 m² Bodenfläche,

KLOCEK (61) mindestens 8,00 m², während KOMAROV-SEMENJUTA (63) 4,00 - 5,00 m² Bodenfläche und 1,5 - 2 kg Stroh pro Tier und Tag anstreben.

Bei der Anlage von Laufställen verspricht man sich neben den arbeitswirtschaftlichen Vorteilen wie Zeitersparnis und Arbeitserleichterung auch finanzielle Vorteile durch Verringerung des Kapitalbedarfs und der sich daraus ergebenden Kosten (OTTO 83).

In raumklimatischer Hinsicht haben wir den geschlossenen und den offenen Laufstall voneinander zu unterscheiden.

Der geschlossene Laufstall bietet den Tieren natürlichere Lebensbedingungen als der Anbindestall, denn sie können sich frei bewegen. Als Jungviehstall findet er häufig Verwendung. Diese Stallform benötigt eine Einstreu von mindestens 10 kg Stroh pro Tier und Tag, um die Tiere sauber halten zu können. Durch diese tägliche Streu-Erneuerung und durch das Pressen des Mistes entsteht im Laufe der Zeit ein ausgezeichneter Dung, der nur zwei- oder dreimal im Jahr entfernt wird. Trotz funktionstüchtiger Lüftungsanlage muß mit einer schlechteren Luftqualität - hervorgerufen durch die Dauermiststapel - gerechnet werden (OBER 75).

Außer der größeren Bewegungsfreiheit und der damit verbundenen besseren Entwicklung der Tiere, bietet der geschlossene Laufstall keine besonderen hygienischen Vorteile.

LAKOZA (68) ist einer der stärksten Befürworter der Laufstallhaltung. Nach seiner Ansicht erhöht die Laufstallhaltung die Arbeitsproduktivität und senkt den Aufwand für die Milchproduktion. Die Auswahl der Tiere zur Zucht sollte nach der Anpassungsfähigkeit der Tiere an die Laufstallhaltung erfolgen.

KOVACS (64) stellte fest, daß es trotz des Mehraufwandes von 10 - 15 % des Futters bei Jungtieren im Offenlaufstall zu einem Absinken der Lebendgewichtszunahmen kam.

EICHHORN (25) fordert für den Laufstall 3 - 5 kg Stroh pro Tier und Tag.

GALL (34) sieht als ideale Stallhaltungsform den Offenlaufstall an. Durch ausgiebige Bewegungsmöglichkeit können die Tiere Muskeln, Lunge, Herz und Kreislauf in Training halten.

PAVUNA (84) konnte bei seinen Untersuchungen feststellen, daß das Befruchtungsergebnis bei Offenlaufstallungen bei 84 - 95 % liegt. Zu ähnlicher Feststellung gelangt CZAKO (17), der im Offenlaufstall ein Befruchtungsergebnis von 90 % fand, während es im Massivstall nur 62 % betrug.

KOVACS (65) kommt zu dem Schluß, daß die Offenstallhaltung ein kompliziertes Verfahren sei, das bedeutende Investitionen und hohe Fachkenntnisse fordere. Nach seiner Ansicht ist die Anbindehaltung im geschlossenen Stall am vorteilhaftesten. Zu ähnlichen Feststellungen gelangen auch LENSCHOW-KAISER-HEINRICH (69).

10. Luftraum

Bei jedem Stallprojekt muß der Wärmehaushalt berücksichtigt werden. Eine der grundlegendsten Voraussetzungen des Wärmeausgleichs ist die richtige Relation des Luftraumes zur GVE. Der Stall muß je nach der Viehzahl ein ganz bestimmtes Raumverhältnis aufweisen.

NUSSHAG (74) und JANAC-SVOBODA (51) verlangen 20 - 25 m³/GVE.

ROLLE (91) und GERSPACH (35) sind der Meinung, daß mit einem Luftraum von 20 - 25 m³/GVE die besten Voraussetzungen für ein günstiges Stallklima gegeben sind, STIETENROTH (106) dagegen hält 30 m³/GVE für günstiger.

DIEDRICH (20) fand in ihren Untersuchungen bei den alten Stallungen einen durchschnittlichen Luftraum GVE von 18,36 m³, bei den neuen einen von 19,6 m³.

11. Lüftungsanlagen

Im Winter ist es die Hauptaufgabe der Lüftung, die im Stall verbrauchte Luft abzuführen und gleichzeitig Frischluft möglichst zugfrei zuzuführen. Im Sommer, bei hoher Außentemperatur, hat sie Wärmestauung am Tierkörper durch verstärkte Ventilation zu verhindern. Es wird zwischen Schwerkraftlüftung und Zwangslüftung unterschieden.

Die Schwerkraftlüftung funktioniert nur dann, wenn im Stall und im Freien verschiedener Luftdruck herrscht, d. h., wenn die Raumluft an der Lüftungsmündung kälter oder wärmer ist als die Außenluft. Je höher diese Temperaturdifferenz ist, um so größer wird die Luftgeschwindigkeit.

Die am häufigsten verwendeten Lüftungsanlagen der Schwerkraftlüftung sind Abluftschächte, Deckenlüftung, Fenster und Türen. Nach DIN 18910 (28) darf ein Abluftschacht höchstens 100 m^2 Stallgrundfläche versorgen. Der Abluftschacht soll von der Deckenunterkante im Stall bis zur Mündung, die mindestens 50 cm oberhalb des Dachfirstes liegen muß, eine Länge von 4 m haben. ALTERAUGE (4) hält eine diffuse Deckenlüftung, die durch günstige Anordnung von Luftschächten, Ober- oder Deckenfenstern, von runden Löchern u. a. erreicht werden kann, am günstigsten.

Zwangslüftung geschieht mit Ventilatoren, die entweder Abluft aus dem Stall saugen oder Zuluft in den Stall pressen. Diese mechanische Lüftung gewährleistet dann eine ausreichende Lufterneuerung, wenn sie mit automatisch schaltenden Meß- und Schaltgeräten ausgestattet ist und bei Bedarf vollkommen selbständig aus- und einschaltet.

Das Lüftungssystem mit Luftzufuhr durch Kanäle unter dem Standfußboden und mit Abfuhr der verbrauchten Luft mittels Lüftungsschlitzen unterhalb der Deckenkonstruktion erfüllt nach HUBINSKY (49) die Anforderungen eines intensiven Luftaustausches selbst bei Windstille und arbeitet selbständig. Dieses System eignet sich namentlich für zweireihige Kuhställe mit in der Mitte liegendem Entmistungsgang, in dem die Lüftungskanäle münden.

OBER (77) verlangt einen stündlichen Luftwechsel von $43 - 46 \text{ m}^3/\text{GVE}$, SCHEERER (96) dagegen einen von $110 \text{ m}^3 \text{ GVE}$ pro Stunde, um einen CO_2 -Gehalt von $0,3 - 0,4 \%$ im Stall zu halten.

ROOTS-HAUPT-HARTWIGK (92) sprechen sich für eine Frischluftzufuhr von $80 - 90 \text{ m}^3/\text{GVE}$ aus, damit die von einer GVE abgegebene Menge Wasserdampf und Kohlensäure entfernt werden kann.

Nach DIN 18910 (28) soll der gesamte Querschnitt der Belüftungsanlage so bemessen werden, daß die Geschwindigkeit der in den Raum eintretenden Luft ca. 1 m/sec beträgt.

PETIT und NICOLAUS (86) stellten in vielen Fällen fest, daß unter praktischen Bedingungen die tatsächliche Ventilationsrate nicht der auf theoretischer Basis berechneten entspricht. Die Erzeugung von Wärme bei Tieren ist während der Nacht viel geringer als am Tage. Praktische Messungen zeigen die Erzeugung von etwa $2,5 - 3 \text{ kcal/kg/h}$ in der Nacht und von $7,5 - 8,5 \text{ kcal/kg, h}$ am Tag an. "Ist es nicht besser", so fragen beide. "den Wert $2,5 \text{ kcal/kg, h}$ anstatt

5 - 6 kcal/kg/h bei der Berechnung des Wärmehaushaltes anzunehmen?"

Früher nahm man die Berechnung der Lufrate nach dem CO_2 -Maßstab vor, da man annahm, daß in der Anreicherung des CO_2 die größere Gefahr liege. Heute wird vor allem der Wasserdampfmaßstab dazu hergenommen. Dafür sprechen sich STIETENROTH (108) und SAINSBURY (95) aus.

Wasserdampfmaßstab:
$$V = \frac{X}{X_i - X_a}$$

V = stündliche Zuluftmenge in m^3

X = Wasserdampfabgabe je GVE in g/h

X_i = Wasserdampfgehalt der Stallluft in g/m^3

X_a = Wasserdampfgehalt der Außenluft in g/m^3 .

Es muß im Stall um so weniger Luft ausgetauscht werden, je größer die Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innenluft ist; denn bei gleichbleibender relativer Luftfeuchte nimmt die absolute Luftfeuchte bei fallenden Temperaturen ab; je kälter die Luft also ist, um so mehr Feuchtigkeit kann sie nach dem Erwärmen aufnehmen. Nach OBER (76) genügt bei einer Außentemperatur von -20°C und einer Stalltemperatur von $+20^\circ \text{C}$ ein Luftaustausch von $21 \text{ m}^3/\text{h}/\text{GVE}$ um die Wasserabgabe einer Kuh zu beseitigen. Kann dagegen die Außenluft von -8°C im Stall nur auf 0°C erwärmt werden, bedarf es 163 m^3 Luft, um die gleiche Menge Wasser zu beseitigen.

II. STALLKLIMA

Unter Stallklima versteht man das Zusammenwirken von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Gaskonzentration, Beleuchtung und Luftbewegung. Da unsere Haustiere die meiste Zeit ihres Lebens im Stall verbringen, ist dem Stallklima besondere Beachtung zu schenken.

1. Temperatur

Die Stalltemperatur ist einer der wichtigsten Klimafaktoren, die das Wohlbefinden und damit die Leistung der Tiere wesentlich beeinflussen. Über die günstigsten Temperaturen bestehen geteilte Meinungen. Allgemein läßt sich aber feststellen, daß die früher herrschende Ansicht, die Futterverwertung und damit die Milchproduktion werde durch einen möglichst warmen Stall günstig beeinflusst, fachlich widerlegt wird. Die Temperatur ist so zu gestalten, daß die für die jeweiligen Leistungen der Tiere bestimmten, im Futter enthaltenen Kalorien, nicht zu thermischen Zwecken benützt werden müssen. Dies wäre dann der Fall, wenn die sogenannte Neutralzone für die Umgebungstemperatur des Tieres unterschritten wird. Auch das Überschreiten der oberen Grenze führt zu physiologischen Reaktionen, die eine Minderung der Leistung verursachen. So wies KALICH (55) den Einfluß der Temperatur auf die Gewichtszunahme bei Schweinen in den einzelnen Mastabschnitten nach. Bei 20° C Anfangsmast und 15° C Endmast stellte er die größten Gewichtszunahmen fest, während Kontrolltiere bei 10° C am schlechtesten abschnitten.

ZORN (115) fand im Versuch, daß sich Temperaturen von 6 - 15° C steigend auf die MilCHFETTERZEUGUNG der Kühe auswirken.

KÜST und SCHAETZ (67) beobachteten während des abnorm heißen Sommerhalbjahres 1959 bei umrindernden Kühen ein erhebliches Ansteigen von Zyklusstörungen (etwa 70 %) und verzögerten Ovulationen sowie eine Zunahme des Umrinderens ohne klinisch erkennbare Ursache, des Ausbleibens der Befruchtung und des embryonalen Früh Todes der Früchte. Sie fordern auf Grund dieser Beobachtungen eine Optimaltemperatur von ca 10° C.

OLUFSEN (80) stellte im Versuch die beste Futterverwertung bei 15° C fest.

Als in Rinderstallungen anzustrebende Temperaturen fordern die einzelnen Autoren in chronologischer Reihenfolge:

1921 : KLIMMER (60)	12 bis 17 ⁰ C
1942 : BUXDORF (11)	13 ⁰ C
1944 : FUHRIMANN (33)	10 bis 15 ⁰ C
1955 : ROOTS-HAUPT-HARTWIGK (92)	10 bis 14 ⁰ C
1956 : GERSPACH (35)	10 bis 14 ⁰ C
1957 : NUSSHAG (74)	12 bis 15 ⁰ C
1959 : BIANCA (8)	0 bis 15 ⁰ C
: SCHIFFEL (97)	10 bis 14 ⁰ C
1960 : SCHOLZ (100)	8 ⁰ C
1964 : RICHTER (87)	10 bis 15 ⁰ C
1965 : KÜST - SCHAETZ (67)	0 bis 15 ⁰ C
1966 : COMBERG (14)	5 bis 18 ⁰ C

BALTZER (5) behauptet, daß die Milchleistung der Kühe nicht parallel mit einer Erhöhung der Stalltemperatur steigt, sondern daß der Behaglichkeitsbereich der Rinder etwa zwischen 0 und 20⁰ C liegt.

KIBLER-JOHNSON-SCHANKLIN-HAHN (58) testeten Holsteinkühe bei konstanter relativer Luftfeuchtigkeit von 50 % und einer Temperatur von +29⁰ C. Die Erhöhung der Atemfrequenz und der gesamten Körperverdunstung sowie die Verringerung der Futteraufnahme, des Energieumsatzes und der Milchleistung waren die deutlichsten Reaktionen auf die hohe Umgebungstemperatur.

PECHERT (85) stellte in Bulgarien Großversuche mit der Offenstallhaltung beim Jungvieh an. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Tiere eine Temperatur bis -26⁰ C ohne Entwicklungsstörungen ertragen.

Die Haltung von Jungrindern unter klimatisch rauen Bedingungen ermöglicht es, normal entwickelte, gesunde, frohwüchsige und abgehärtete Tiere aufzuziehen. Dies ist nach IVANOV-KOSTOV-ZACHARIEV (50) eine wichtige Voraussetzung für hohe Milchleistungen ohne Schädigung des Organismus.

Dagegen stellte LEVIN (70) fest, daß die Haltung von Kühen bei niedrigen Temperaturen auf Grund des erhöhten Energieaustausches und Oxydationsprozesses die Synthese von leicht hydrolysierbarem Phosphor (ATP) verstärkt. Diese intensive Bildung von ATP kann zu einer starken Senkung des Gehaltes an anorganischem Phosphor im Blut führen

Beim Absinken der Temperatur unter 3 - 4⁰ C kommt es bei Milchkühen zu einem

Mehrverbrauch an Energie für die Wärmebildung, der bei Minustemperaturen bis $-10,5^{\circ}\text{C}$ etwa der Produktion von 1 kg Milch entspricht (DEMCENKO 19).

BIANCA (8) prüfte den Temperatureinfluß auf den Futterverbrauch. Er wies nach, daß Kälte den Hunger stimuliert, denn der Heukonsum bei Holstein-Kühen stieg von 9,5 kg bei 8°C auf 12,3 kg pro Tier und Tag bei 18°C . Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch ADAM (2) in seinen Versuchen.

Bei stallklimatischen Reihenuntersuchungen fand MATULA (73) im Durchschnitt $14,5^{\circ}\text{C}$, KIENLE (59) $17,2^{\circ}\text{C}$ und SCHMIDT (99) in neuen Ställen $17,3^{\circ}\text{C}$ und in alten Ställen $16,8^{\circ}\text{C}$.

2. Luftfeuchtigkeit

Natürliche Luft enthält stets eine von ihrer Temperatur und anderen Gegebenheiten abhängige Menge Wasser in Dampfform. Die Luftfeuchtigkeit des Stalles wird von der Feuchtigkeitsabgabe der Tiere durch die Atmung, die Haut und durch die Exkremente gebildet. Eine Rinder - GVE gibt pro Stunde 300 g Wasser ab. Nach Feststellungen von OHL (79) enthält 1 cm^3 Luft in gesättigtem Zustand beim Barometerstand von 760 mm bei

-15°C	1,6 g Wasser
-10°C	2,3 " "
-5°C	3,4 " "
0°C	4,9 " "
$+5^{\circ}\text{C}$	6,8 " "
$+10^{\circ}\text{C}$	9,4 " "
$+15^{\circ}\text{C}$	12,8 " "
$+18^{\circ}\text{C}$	15,3 " "
$+20^{\circ}\text{C}$	17,2 " "

Auf Grund von Untersuchungen stellte HOLMQUIST (47) fest, daß Stallwände bei Einwirkung von hoher Luftfeuchtigkeit eine solche Beeinträchtigung ihres Wärmedämmvermögens erfahren können, daß sie bei ungünstigen Verhältnissen 100 bis 400 % mehr Wärme durchlassen, als man nach theoretischen Berechnungen hätte vermuten können.

Als optimale Luftfeuchtigkeit in Rinderställen fordern:

STIETENROTH (106)	50 - 70 %
RICHTER (87)	50 - 70 %
COMBERG (14)	60 - 80 %
BUXTORF (11)	75 %
SCHOLZ (100)	80 %
DIN 18910 (27)	höchstens 85 %

Um der hohen Luftfeuchte entgegenwirken zu können, muß man das richtige Baumaterial und die richtige Entlüftung wählen.

CORDS-PARCHIM (16) halten den Deckendunstsclot für die günstigste Lösung, da ja mit warmer Abluft mehr Wasserdampf entfernt werden kann.

OBER und KIESL (78) setzten versuchsweise ein Entfeuchtungsgerät ein, das der Stallluft durch ein Kühlaggregat Wasser entzieht. Der Versuch ergab, daß es möglich ist, die relative Luftfeuchte ohne Wärmeaufwand und Beeinträchtigung der Stalltemperaturen beachtlich zu senken.

STIETENROTH (109) bezeichnet den Wasserdampf, der durch Abkühlung zu Wasser wird, als "Hauptfeind für Tier und Baumaterial." Er durchfeuchtet dann Wände und Decken. In einem feuchten Raum zu leben, ist ungesund. Darüber hinaus ist aber zu bedenken, daß Feuchtigkeit mit der Zeit jedes Bauwerk zerstört. Deshalb sollte die stallseitige Oberfläche von Wänden und Decken so undurchlässig wie nur möglich ausgebildet sein, also eine Dampfsperre darstellen (z. B. dichter Putz, bituminöse Schicht, Aluminiumfolie). "Atmende" Wände und Decken, die früher so oft für Ställe empfohlen wurden, sind aus dargelegten Gründen abzulehnen. Sie waren vielleicht bei primitiven Anlagen, wo keine ausreichenden Lüftungseinrichtungen vorhanden waren, als Sicherheitsventil notwendig, passen aber nicht mehr in die heutige Zielrichtung.

Nach SCHULZE-RUNDFELDT - FERCH (104) beeinträchtigt sowohl die hohe als auch die extrem niedrige Luftfeuchtigkeit bei Erhöhung der Raumtemperatur die physiologischen Werte: Atemfrequenz, Herzfrequenz und Körpertemperatur. Die praktischen Versuche von ORTLEPP und WAGNER (82) über die Auswirkungen der Superphosphat-Einstreu auf das Stallklima ergaben, daß durch diese Methode die relative Luftfeuchte wesentlich gesenkt werden kann.

Ebenfalls eine Verbesserung des Stallklimas, die sich in einer um 1% verringerten Luftfeuchtigkeit und einem geringeren Gehalt an Stallgasen äußerte, konnten RYKOV-GONCAROV (93) erreichen, indem sie die Faekalien der Tiere durch eine unter einem Spaltenboden verlaufende Kratzerkette entfernen ließen.

CORDS-PARCHIM (16) setzen die Feuchtigkeitswerte im Stall in Beziehung zur

herrschenden Temperatur. Demnach sollte nicht überschritten werden bei

8° C	85 ‰	Luftfeuchte
10 - 12° C	80 ‰	"
14° C	75 ‰	"
16° C	70 ‰	"
18° C	65 ‰	"

In den Jahren 1959 - 1964 wurden von nachstehenden Autoren folgende Höchst- bzw. Durchschnittswerte an Luftfeuchtigkeit in Rinderställen gefunden:

KRÜGER (66)	86,5 ‰
WIESSNER (114)	84,3 ‰ Ø
VAN KAMPEN (56)	89,9 ‰
HERTER (42)	80,2 ‰ Ø
SZOLDATITS (111)	95,0 ‰
SAALFELD (94)	90,0 ‰
SCHUHMACHER (102)	88,8 ‰ Ø

3. Kohlendioxydgehalt

Die Luft setzt sich chemisch aus 78,1 Vol. % Stickstoff, 21 Vol. % Sauerstoff, 0,03 Vol. % Kohlensäure und 0,5 - 1 Vol. % Edelgasen zusammen. Als Hauptquelle für die Anreicherung der Stallluft mit CO₂ ist die Ausatemungsluft der Tiere anzusehen, die 4 % CO₂ enthält. Die Kohlensäureausscheidung in der Stunde pro kg Körpergewicht beträgt nach ROLLE (91) bei

Pferd	300 ml CO ₂
Rind	320 ml CO ₂
Schwein	336 ml CO ₂

Beim Rind sind dies stündlich 160 l pro GVE.

Der CO₂-Gehalt kann daher als Maßstab für die Verbrauchtheit der Stallluft herangezogen werden. Die Luftmenge, die stündlich von den Tieren gebraucht wird, um den CO₂-Gehalt auf dem geforderten Wert zu halten, errechnet sich

aus folgender Formel:

$$L = \frac{K}{C_2 - C_1}$$

L = stündlich benötigte Luftmenge in m^3

K = von den Tieren ausgeschiedene Kohlensäuremenge in Liter

C_1 = Kohlensäuregehalt in Liter in $1 m^3$ Außenluft

C_2 = Kohlensäuregehalt in Liter in $1 m^3$ Stallluft

Die von den Tieren ausgeschiedene Kohlensäuremenge K ist aus dem Gesamtgewicht aller Tiere und der stündlich pro Gewichtseinheit ausgeschiedenen CO_2 -Menge (320 ccm pro kg pro Stunde) zu errechnen.

ADAM (1) untersuchte den Einfluß verschiedener CO_2 -Konzentrationen der Stallluft auf Pulszahl und Atmungsfrequenz von Braunviehkühen und kam zu folgenden Ergebnissen:

CO_2	Puls	Atemfrequenz
0,096 %	65/min	24 /min
0,370 %	70/min	28,5/min

Die Höhe des CO_2 -Gehaltes ist deutlich von der Jahreszeit abhängig. HILLINGER (45) fand bei seinen Untersuchungen, daß der Wert im Herbst 1,15 und im Winter 2,5 mal höher liegt als im Sommer. Die CO_2 -Abgabe der Tiere variiert im Tagesablauf mit ihrer Stoffwechselaktivität.

Innerhalb eines Stalles steigt der CO_2 -Gehalt der Stallluft vom Fußboden zur Stalldecke an. HORN (48) belegte dies durch seine Messungen. Er fand 1 m über dem Boden einen durchschnittlichen CO_2 -Wert von 0,34 % und 10 cm unter der Stalldecke einen von 0,41 %.

ROLLE (91) verlangt einen CO_2 -Gehalt der Stallluft von maximal 0,2 %, COMBERG (15) einen von 0,35, während SCHOLZ und PECHERT (85), und SCHIFFEL (97) bis 0,4 % gehen.

Bei Stallklimauntersuchungen fand FRANK (31) einen CO_2 -Gehalt von 0,32 - 0,54 %, FÄRBER (29) einen von 0,41 - 1,67 %, RIETZLER (90) einen von 0,12 - 0,55 % und FICKENTSCHE (30) einen von 0,3 - 0,9 %.

ZUBER und GISIGER (117) kamen bei ihren Klimauntersuchungen in Ställen in der mit Gitterrost abgedeckten Staurinne zu durchschnittlichen CO_2 -Ergebnissen von nur 0,06 %.

4. Abkühlungsgröße und Luftbewegung

Unter der Abkühlungsgröße versteht man die von 1 cm² Oberfläche eines Körpers in 1 Sekunde abgegebene Wärmemenge, ausgedrückt in m cal/cm²/sec. Die Wärmeabgabe der Tiere ist von der Umgebungstemperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Luftbewegung abhängig. Die Abkühlungsgröße eignet sich daher zur objektiven Beurteilung bioklimatischer Verhältnisse sehr gut. Die subjektive Wärmeempfindung des Menschen geht parallel mit der Abkühlungsgröße, nicht aber mit der Temperatur. Frostwetter bei Windstille empfindet der Mensch angenehmer als die gleiche Temperatur bei schneidendem Wind. DORNO (22) hat durch Untersuchungen an einem größeren Personenkreis einen Zusammenhang zwischen Wärmeempfindung und Abkühlungsgröße festgestellt und wie folgt zusammengestellt:

Empfindung	Abkühlungsgröße (m cal/cm ² /sec)
unangenehm kalt	20
kalt	15
angenehm kalt	12
kühl	10
angenehm kühl	7,5
angenehm warm	5,0
heiß	2,5

Für Rinderställe stellte FUHRMANN (33) für die Abkühlungsgröße und Windgeschwindigkeit folgende Grenzwerte auf:

	Minimum	Maximum
Abkühlungsgröße	7,0 m cal/cm ² /sec	10,0 m cal/cm ² /sec
Windgeschwindigkeit	0,10 m/sec	0,16 m/sec

DIN 18910 (28) gibt als obere Grenze der Luftbewegung 0,2 m/sec an.

JANOWSKI (52) hält eine Abkühlungsgröße von 7 - 9 m cal/cm²/sec am günstigsten für die Spermaqualität der Bullen.

BUXTORF (11) stellte folgende Grenzwerte für die Abkühlungsgröße auf:

Minimum 7,0 und Maximum 10,5 m/sec.

5. Beleuchtung

Licht ist für alle höheren Lebewesen ein lebensnotwendiger Faktor und eine Grundvoraussetzung für die Hygiene im Stall. Die Maßeinheit der Beleuchtungsstärke ist das Lux, das ist die Beleuchtungsstärke, die eine Hefner-Kerze in 1 m Entfernung bei senkrechter Bestrahlung abgibt.

Nach BIELENBERG (9) benötigen alle Lebewesen eine artentsprechende Dosierung von Licht für den gesunden Ablauf der physiologischen Prozesse. Durch Übermittlung der Lichtimpulse an die Hypophyse erfolgt die Steuerung des gesamten Hormonhaushaltes. Eine Störung dieser Lichtsteuerung quitiert der Organismus mit Anämie sowie mit einer Wasserretention und einer Störung des Kohlenhydratstoffwechsels.

NUSSHAG (74) erachtet 20 Lux für Rinderställe als wünschenswert. Dabei verbessern weiße Wände die Lichtwirkung, weil sie 80 % des Lichtes reflektieren. HEUSSER (43) erkennt den Einfluß des Lichtes als einen Faktor, der zur Hebung der Gesundheit beiträgt.

CENA (13) und SCHIPILOW (98) schreiben die häufigsten Fälle der funktionellen Unfruchtbarkeit der Kühe einer ungenügenden Beleuchtung der Ställe zu. Es ist schwierig, den leistungsfördernden Einfluß des Sonnenlichtes in den Massivställen wirksam werden zu lassen, denn die UV-Strahlen werden fast vollständig absorbiert. Deshalb zieht GERZYMISCH (36) bei fehlenden Weide- und Auslaufmöglichkeiten den Einsatz von UV-Strahlern in Erwägung.

MALYSZEWICZ (71) fand bei ihren Untersuchungen in 45,4 % der Rinderställe eine Beleuchtungsstärke von weniger als 20 Lux.

6. Staubgehalt der Stallluft

Der Staubgehalt der Stallluft ist für die Hygiene von nicht zu unterschätzender Bedeutung, GOERTLER (37) sieht die Gefahr für die Tierhaltung vor allem im Keimgehalt des Staubes. In der Stallluft verseuchter Ställe finden sich Tuberkulosebakterien und geben so zur Ansteckung des gesamten Viehbestandes Anlaß.

Nach HILLENDahl (44) gewährleistet die täglich neue Torfmulleinstreu eine sichere Inaktivierung des MKS-Virus, da Torfmull weniger Staub bildet als Stroh.

OHL (79) untersuchte die Luft auf den Staubgehalt und konnte dabei feststellen, daß Meeresluft 0, Hochgebirgsluft 200 und Landluft 1 000 Staubteilchen je cm^3 enthält.

C. Eigene Untersuchungen

I. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Marktoberdorf liegt im Ostallgäu, in dem von einem Gletscher geschaffenen Wertachbecken, das von Moränen umrandet ist.

Die Stadt liegt im Kreuzungspunkt der Bundesstraßen von Kaufbeuren nach Füssen und von Schongau nach Kempten. Marktoberdorf ist Kreisstadt; der dazugehörige Landkreis hat eine Größe von 540,22 km². 1964 zählte der Kreis 39 966 Einwohner. Mit dieser Einwohnerzahl nahm der Landkreis unter den 20 Kreisen des Regierungsbezirkes Schwaben die 15. Stelle ein. Das Kreisgebiet, zu dem 37 Gemeinden gehören, grenzt:

im Osten an den Kreis Schongau

im Süden an den Kreis Füssen

im Westen an den Kreis Kempten

im Nordwesten an den Kreis Memmingen

im Norden an den Kreis Kaufbeuren.

1. Geologischer Aufbau

Der Landkreis hat zum großen Teil Boden diluvialen Ursprungs. Im südlichen Bereich steht teilweise obere bzw. untere Süßwassermolasse an. Im mittleren Teil befinden sich Moränen der Würmeiszeit, die von dem Hoch- und Niederterassenschotter der Wertach unterbrochen werden. Im nördlichen Teil sind ältere Moränen mit lehmiger Überdeckung, die von den Quellbächen der Günz und Mindel von Süden nach Norden durchschnitten werden. Die Böden gehören insgesamt zu den braunen Waldböden. Diese Böden bieten in Verbindung mit den reichlichen Niederschlägen überaus günstige Standortbedingungen für das Gedeihen von Wiesengräsern.

2. Klima

Der Landkreis liegt in einer Höhenlage von 706 m - 1 000 m über dem Meeresspiegel. Die jährlichen Niederschläge betragen im Durchschnitt 1 100 -

1 300 mm. Die Hauptniederschläge fallen in der Zeit von April bis September. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 6° C.

3. Industrie und Landwirtschaft

Bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts war der Kreis Marktoberdorf hauptsächlich landwirtschaftlich orientiert. Die Bevölkerung, die nicht in der Landwirtschaft beschäftigt war, arbeitete entweder in den zur Landwirtschaft gehörenden Handwerksbetrieben oder als Händler der landwirtschaftlichen Erzeugnisse.

1961 lebten 32 178 Menschen der Bevölkerung des Kreises von Erwerbstätigkeit. Davon arbeiteten 12 115, also 37 %, in der Land- und Forstwirtschaft. In der Industrie waren 14 090 Menschen, ca. 44 %, tätig. Die zwei führenden Industrieunternehmen des Kreises stehen in engster Verbindung mit der Landwirtschaft. Es ist dies einmal die Schlepperfabrik Fenst & Co., die in der Bundesrepublik in der Traktorenproduktion an 3. Stelle liegt und zum anderen die "Allgäuer Alpenmilch A.G." in Biessenhofen, die durch ihre Dosenmilch "Bärenmarke" und durch die Kindernahrung "Alete" sich in ganz Deutschland einen Namen gemacht hat.

4. Landwirtschaftliche Betriebsgröße

Die Größe der landwirtschaftlichen Betriebe ist im letzten Jahrzehnt etwas angestiegen, da etliche Bauern, vor allem die Besitzer kleiner Betriebe, im Zuge der Umstellung ihre Landwirtschaft aufgaben. 1960 bewirtschafteten 3 524 Betriebe eine Fläche von 49 522 ha. Die durchschnittliche Betriebsgröße beträgt 13,20 ha. Vom Klima her bedingt ist die vorherrschende Wirtschaftsform der Futterbaubetrieb. Der Grünlandanteil steigt von Norden nach Süden hin an. Die landwirtschaftliche Nutzfläche teilt sich in 10 % Ackerland und 90 % Grünland auf. Die Betriebsgröße gliedert sich wie folgt auf:

Betriebsgröße	Anzahl der Betriebe
- 5 ha	2,5 %
5 - 10 ha	12,5 %
10 - 15 ha	21,0 %
15 - 20 ha	20,0 %
20 - 50 ha	41,0 %
über 50 ha	3,0 %

5. Viehwirtschaft

Nach HECKER (41) gehört das Allgäu zu den ältesten Milchwirtschaftsgebieten, die wir kennen. Die ältesten geschichtlichen Funde und Quellen bestätigen, daß das Braunvieh sich auf das Kurzhornrind (*brachyceros*) der ältesten Pfahlbauten, das "Torfrind" zurückführen läßt. Die Vorläufer unseres deutschen Braunviehs, die "Allgäuer", waren von kleiner und sehr zierlicher Rasse und werden schon in alten Berichten wegen ihrer Milchergiebigkeit gerühmt.

Die ganze Tierhaltung im Untersuchungsgebiet wird bestimmt von der Rinderhaltung und Rinderzucht, die in den letzten Jahren stark intensiviert worden ist. Wurden 1951 43 995 Rinder gezählt, so waren es 1963 58 328 Stück. Dieser Rinderbestand von 1963 gliedert sich in 37 218 Kühe (63,2 %), 20 832 Jungvieh (36 %) und 412 Zuchtbullen (0,8 %). Der GVE-Bestand von 130 GVE/100 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche zeigt ferner, wie intensiv die Rinderhaltung im Untersuchungsgebiet betrieben wird. Fast das halbe Jahr hindurch sind die Tiere auf der Weide.

Dieser Weidegang hat nach RIENHOFF (89) eine ausgleichende Wirkung auf die vielfach bedenklichen hygienischen Mängel der Stallhaltung.

SENNEWITZ (7) tritt aus wirtschaftlichen Erwägungen für eine ausgedehnte Weidehaltung ein, vor allem für Betriebe mit ausreichend weidbarem Grünland, wie dies im Allgäu der Fall ist, da Futter und Milch auf der Weide billiger erzeugt werden als bei der Stallfütterung.

Die Schweinehaltung hat im Gegensatz zur Rinderhaltung seit 1951 keinen Anstieg erlebt, sie ist eher etwas zurückgegangen. Es ist dies wohl auf den geringen Getreide- und Kartoffelanbau zurückzuführen, den manche Bauern in den letzten Jahren ganz eingestellt haben. 1963 zählte der Kreis 10 048 Schweine. Die Pferdehaltung ist wie überall auch im Kreis Marktoberdorf durch die fortschreitende Technisierung in der Landwirtschaft bedeutungslos geworden. 1948 wurden noch 4 221 Pferde gehalten, 1963 waren es noch 703.

II. MATERIAL UND METHODIK

1. Allgemeines

Da ich im Untersuchungsgebiet tierärztlich tätig bin, sind mir die bäuerlichen Verhältnisse in dieser Gegend vertraut. Bei der Auswahl der Ställe habe ich bewußt eine ganz bestimmte Gruppierung vorgenommen und eingeteilt in:

Gruppe 1: 50 alte Ställe, vor 1950 gebaut

Gruppe 2: 25 neuzeitliche Ställe, nach 1955 erbaut

Gruppe 3: 25 Aussiedlerhöfe.

Um die bautechnischen Daten aufzunehmen, benutzte ich Vordrucke, auf denen angegeben war:

1. Nummer und Name des Betriebes
2. Stallalter und -lage
3. Material und Dicke der Wände
4. Standplatzmaterial
5. Material der Stalldecke
6. Größe des Stalles (Länge x Breite x Höhe)
7. Aufstellungsart
8. Fenster (Zahl, Größe, Richtung, Einbauhöhe)
9. Türen (Zahl, Richtung)
10. Lüftungseinrichtungen und deren Abmessungen
11. Stalldurchschnitt der Milchmenge und des Fettgehaltes
12. Herdbuchmitglied

Auf der Rückseite dieses Blattes fertigte ich von jedem Stall eine maßstabgetreue Grundrißskizze an.

Die stallklimatischen Daten wurden auf einem zweiten Vordruck festgehalten, auf dem angegeben war:

1. Datum der Messung
2. Temperatur (außen und innen)

3. Relative Luftfeuchtigkeit (außen und innen)
4. Kohlendioxydgehalt
5. Abkühlungsgröße bzw. Luftbewegung
6. Belichtungsstärke (außen und innen)
7. Anzahl und Art der Tiere

Die Untersuchungen wurden in zwei Zeitabschnitten durchgeführt. Im November und Dezember 1965 nahm ich die baulichen Daten auf, im Januar, Februar und März 1966 führte ich die stallklimatischen Messungen durch. Um störende Einflüsse auszuschalten, wurden die Untersuchungen zwischen 9 und 16 Uhr nach der morgendlichen und vor der abendlichen Fütterung vorgenommen. Nach Betreten des Stalles wurden Fenster und Türen geschlossen.

2. Beschreibung der Geräte und Meßtechnik

a. Temperatur

Mit einem Quecksilberthermometer stellte ich die Temperatur des Stalles und die der Außenluft fest. Die Messung wurde in der Mitte des Stalles 1 m über dem Boden vorgenommen. Dadurch konnten störende Einflüsse vermieden und für alle Betriebe gleiche Bedingungen geschaffen werden.

b. Luftfeuchtigkeit

Die Feuchtigkeit der Außenluft und der Stallluft wurde mit Hilfe des Lambrecht-Polymeters gemessen. Es ist ein einfaches Haarhygrometer, das mit einem Quecksilberthermometer kombiniert ist. Man kann es zu verschiedenen Ermittlungen wie z. B. der relativen Feuchte, der Temperatur, der absoluten Feuchte, des Taupunktes, des Dampfdrucks; des Sättigungsdruckes und Sättigungsdefizits heranziehen. Als Messelement wird ein Haarstrang verwendet, dessen Längenänderung, die vom Feuchtigkeitsgrad der Luft abhängt, durch einen Zeiger auf eine Skala übertragen wird, so daß der Wert direkt in % abgelesen werden kann. Das Meßelement soll mindestens alle 14 Tage regeneriert werden. Dazu wird es für eine halbe Stunde in ein feuchtes Tuch gewickelt, der Zeiger muß dann etwa 96 % anzeigen. Etwaige Abweichungen von diesem Wert können mittels einer Schraube korrigiert werden.

Temperatur und Feuchtigkeit wurden am selben Ort gemessen, dabei wurde jedoch die direkte Berührung mit der Ausatemungsluft der Tiere vermieden.

c. Kohlendioxidgehalt

Die Bestimmung des CO_2 -Gehaltes der Stallluft wurde mit dem Draeger'schen Gasspürgerät, Modell 19/31, durchgeführt. Das Gerät selbst besteht aus einem Gummibalg, welcher ein Ventil und eine mit einem Gummiring umgebene Öffnung besitzt. In diese Öffnung wird das entsprechende Meßröhrchen, in meinem Falle ein CO_2 -Meßröhrchen 0,1/a, fest hineingesteckt, nachdem die beiden Spitzen desselben in einer dafür bestimmten Metallöse des Gerätes abgebrochen wurden. Der Gummibalg muß nun fest mit der Hand zusammengedrückt werden, damit die vorhandene Luft entweicht. Durch eine eingebaute Druckfeder dehnt er sich dann von selber wieder, wobei 100 cm^3 Luft durch das Prüfröhrchen gesaugt werden. Um den CO_2 -Gehalt festzustellen, sind fünf Hübe notwendig. Danach kann dieser direkt in % an der Farbumschlagstelle des Reagens, das aus einer Hydrazinverbindung besteht, abgelesen werden. Die Reaktion wird durch einen Redox-Indikator angezeigt. Die CO_2 -Messungen wurden 1 m über dem Boden hinter den Tieren festgestellt.

d. Abkühlungsgröße und Luftbewegung

Beide Größen werden mit dem Katathermometer, einem Alkoholthermometer, gemessen. Das Gerät zeigt Wärmewerte zwischen 35 und 38°C an. Vor dem Messen wird das Katathermometer im Wasserbad von $60 - 80^\circ \text{C}$ erwärmt, so daß die am oberen Ende des Gerätes angebrachte spindelförmige Erweiterung fast bis zu einem Drittel mit Alkohol gefüllt ist. Anschließend muß es sorgfältig abgetrocknet und am Meßort schwingungsfrei aufgehängt werden. Dazu benutzte ich ein Fotostativ. Durch die Abkühlung sinkt die Alkoholsäule in der Kapillare. Es wird die Zeit gestoppt, die der Alkoholfaden benötigt, um von der 38° -Markierung des Gerätes auf die 35° -Markierung zu fallen. Zur Bestimmung der Abkühlungsgröße muß man die angegebene Gerätekonstante durch die gestoppte Zeit dividieren.

$$\text{AKG} = \frac{\text{Gerätekonstante}}{\text{gestoppte Zeit (sec.)}}$$

Die Gerätekonstante betrug bei dem von mir benützten Katathermometer 551. An Hand der ermittelten Abkühlungsgröße und der Raumtemperatur können aus einer entsprechenden Tabelle die Werte für die Windgeschwindigkeit abgelesen werden.

Die Messung der Luftbewegung wurde in der Mitte des Stalles vorgenommen.

e. Beleuchtung

Die Lichtmessung erfolgte mit einem nach photoelektrischem Prinzip funktionierenden Luxmeter. Bei diesem Gerät wird der unter dem Einfluß des Lichtes in einer Photozelle entstehende Strom durch ein Milliampereometer registriert und auf eine Skala übertragen. Die Werte sind in Lux abzulesen.

Ich maß die Lichtstärke von der Mitte des Stalles aus in Richtung jeder Wand, der Stalldecke und des Stallbodens. Aus den sechs gefundenen Werten wurde der Mittelwert errechnet.

Die Außenhelligkeit stellte ich fest, indem ich in entsprechender Entfernung von Gebäuden die Lichtverhältnisse in Richtung der vier Himmelsrichtungen maß und den Mittelwert daraus zog.

III. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

1. Bautechnische Angaben

a. Alter der Ställe

Das Alter der untersuchten Ställe schwankte zwischen einem und 105 Jahren. Das Durchschnittsalter aller Ställe betrug 21,4 Jahre. Das durchschnittliche Alter in den einzelnen Gruppen beträgt in:

Gruppe 1: 54,72 Jahre

Gruppe 2: 3,92 Jahre

Gruppe 3: 5,60 Jahre

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der Ställe nach den einzelnen Altersgruppen.

Tabelle 1: Alter der Ställe

1 - 5 Jahre	32 % der Ställe
6 - 10 "	16 % " "
11 - 15 "	2 % " "
16 - 20 "	0 % " "
21 - 30 "	5 % " "

31 - 40 Jahre	10 % der Ställe
41 - 50 "	7 % " "
51 - 60 "	10 % " "
61 - 70 "	8 % " "
71 - 80 "	5 % " "
81 - 90 "	1 % " "
91 -100 "	3 % " "
101 -110 "	1 % " "

Aus dieser Aufstellung geht hervor, daß 48 % aller untersuchten Ställe unter 10 Jahre alt waren.

b. Lage der Ställe zur Himmelsrichtung

Von den hundert untersuchten Ställen wurden 56 % in Nord-Südrichtung und 44 % in Ost-Westrichtung gebaut. In den einzelnen Gruppen ergibt sich folgendes Bild:

Gruppe 1:	60 % der Ställe in NS - Richtung
	40 % " " " OW - Richtung
Gruppe 2:	68 % " " " NS - Richtung
	32 % " " " OW - Richtung
Gruppe 3:	36 % " " " NS - Richtung
	64 % " " " OW - Richtung

Aus dieser Aufstellung ist ersichtlich, daß man sich beim Bauen hinsichtlich der für das Vieh günstigen Stallrichtung nicht einig zu sein scheint.

c. Bodenfläche

Die durchschnittliche Stallbodenfläche betrug $115,03 \text{ m}^2$. Der kleinste Stall hatte eine Fläche von $30,0 \text{ m}^2$ (Stall-Nr. 66). Der größte untersuchte Stall hatte eine Bodenfläche von $298,35 \text{ m}^2$ (Stall-Nr. 55).

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Verteilung der Ställe nach ihrer Bodenfläche:

Tabelle 2: Stallbodenfläche

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
- 30 m ²	0 %	4 %	8 %	3 %
- 60 "	16 %	24 %	8 %	16 %
- 90 "	52 %	16 %	24 %	36 %
- 120 "	14 %	12 %	4 %	11 %
- 150 "	12 %	12 %	20 %	14 %
- 180 "	4 %	8 %	16 %	8 %
- 210 "	0 %	4 %	4 %	2 %
- 240 "	2 %	4 %	4 %	3 %
- 270 "	0 %	12 %	8 %	5 %
- 300 "	0 %	4 %	4 %	2 %

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, gruppieren sich 52 % der untersuchten Ställe in der Größeneinheit zwischen 30 - 90 m² Bodenfläche. Aus der Bodenfläche allein kann für die Tiere eines Stalles keine Aussage in stallklimatischer Hinsicht gemacht werden. Trotzdem ist eine Bodenfläche unter 30 m² wie sie einmal in Gruppe 2 und zweimal in Gruppe 3 vorkommt, auch ohne Angabe der Viehzahl, abzulehnen. Solche kleine Ställe sind unwirtschaftlich und bieten nicht genügend Platz, um die Stallarbeiten unbehindert durchführen zu können.

Die durchschnittliche Stallbodenfläche betrug in:

Gruppe 1:	88,89 m ²
Gruppe 2:	124,85 m ²
Gruppe 3:	131,35 m ²

d. Stallraum

Der kleinste der untersuchten Ställe maß 60,80 m³ (Stall-Nr. 61), der größte maß 814,80 m³ (Stall-Nr. 55). Die Durchschnittsgröße betrug 309,16 m³. Die folgende Tabelle 3 zeigt die Aufteilung der Ställe nach ihrer Größe in m³:

Tabelle 3: Stallgröße

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
- 100 m ³	2 %	4 %	8 %	4 %
100 - 200 "	56 %	40 %	24 %	44 %
200 - 300 "	26 %	12 %	12 %	19 %
300 - 400 "	12 %	12 %	12 %	12 %
400 - 500 "	2 %	12 %	20 %	9 %
500 - 600 "	2 %	0 %	8 %	3 %
600 - 700 "	0 %	8 %	8 %	4 %
700 - 800 "	0 %	4 %	4 %	2 %
800 - 900 "	0 %	8 %	4 %	3 %

Aus der tabellarischen Übersicht ergibt sich die Tatsache, daß in allen drei Untersuchungsgruppen Ställe in der Größe von 100 - 200 m³ am häufigsten anzutreffen waren. Unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit muß festgestellt werden, daß in neuerer Zeit die Ställe größer gebaut werden, denn ein großer Stall bietet nicht nur arbeitstechnische Erleichterung, sondern ist auch im Bau billiger als zwei kleine Ställe.

Im Durchschnitt betrug der Rauminhalt

in Gruppe 1: 215,85 m³

in Gruppe 2: 340,56 m³

in Gruppe 3: 365,09 m³

e. Umfassungsmauern

Als Baumaterial für die Umfassungsmauern wurden bei allen drei Gruppen Vollziegel, Hohlziegel oder Bimssteine verwendet. In den einzelnen Gruppen wurden die Umfassungsmauern aus folgendem Material gebaut:

Tabelle 4: Material der Umfassungsmauern

Gruppe 1 (alte Ställe):	2 Ställe	=	4 % Bimsstein
	18 "	=	36 % Hohlziegel
	30 "	=	60 % Vollziegel
Gruppe 2 (neue Ställe):	16 "	=	64 % Bimsstein
	4 "	=	16 % Hohlziegel
	5 "	=	20 % Vollziegel
Gruppe 3 (Aussiedlerhöfe):	14 "	=	56 % Bimsstein
	7 "	=	28 % Hohlziegel
	4 "	=	16 % Vollziegel

Während bei den Altbauten Ställe mit Ziegelmauern dominieren, erkennt man bei den Ställen der Aussiedlerhöfe und bei den Stallneubauten, daß Bimssteine als Baumaterial vorherrschen.

f. Stalldecke

In 52 % der untersuchten Ställe fand ich eine Holzdecke. Als zusätzlicher Wärmeschutz war meist darüber Heu oder Stroh gelagert. Die restlichen 48 % wiesen Massivdecken auf, die sich unterteilten in 20 % Spannbeton-, 18 % Eisenbeton- und 10 % Schienen-Ziegel-Gewölbedecken. An manchen Massivdecken konnte ich Schwitzwasserbildung feststellen, während dies an den Holzdecken nicht zu beobachten war.

In Gruppe 1 fand ich 41 Holzdecken

9 Schienen-Ziegel-Gewölbedecken.

In Gruppe 2 fand ich 7 Holzdecken

11 Spannbetondecken

6 Eisenbetondecken

1 Schienen-Ziegel-Gewölbedecke.

In Gruppe 3 fand ich 4 Holzdecken
 9 Spannbetondecken
 12 Eisenbetondecken.

g. Stallboden und Aufstallung

Der Stallboden der untersuchten Ställe bestand zu 28 % aus Holz, zu 8 % aus Torfplatten, zu 26 % aus Beton, zu 2 % aus Gummimatten und zu 36 % aus fabrikmäßig hergestellten Bodenbelägen, wie Kornit, Steinit und Dorit. Diese aus porösem Gestein gefertigten Bodenbeläge wurden vornehmlich in Gruppe 2 und 3 verwendet. Als Aufstallungsarten waren Lang-, Mittellang- und Kurzstand und 2 mal der geschlossene Laufstall vertreten. Die Verteilung der Aufstallungsarten auf die drei Gruppen gibt folgendes Bild:

Tabelle 5: Aufstallungsart

	Mittellangstand	Kurzstand	Langstand	Laufstall
Gruppe 1	100 %	0 %	0 %	0 %
Gruppe 2	84 %	12 %	4 %	0 %
Gruppe 3	80 %	8 %	4 %	8 %
Total	91 %	5 %	2 %	2 %

Die Tabelle zeigt den Mittellangstand in allen drei Gruppen stark vertreten, Kurzstand, Langstand und Laufstall sind nur in den neueren Ställen vertreten.

h. Fenster

Alle untersuchten Ställe wiesen insgesamt 606 Fenster auf. Pro Stall entfallen also im Durchschnitt 6,06 Fenster. Die Aufteilung dieser 606 Fenster auf die drei Gruppen und auf die vier Himmelsrichtungen sieht folgendermaßen aus:

Tabelle 6: Richtung der Fenster

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Nach Norden	57 Fenster	32 Fenster	51 Fenster	140 Fenster
Nach Osten	27 "	42 "	31 "	100 "
Nach Süden	54 "	40 "	102 "	196 "
Nach Westen	75 "	67 "	28 "	170 "

Tabelle 6 zeigt eine ausgewogene Verteilung der Fenster auf die vier Himmelsrichtungen. Es ist zu bedauern, daß der Anteil der Nordfenster sehr groß ist, vor allem bei den Stallneubauten und den Aussiedlerhöfen.

Zwei Ställe, Stall-Nr. 33 von Gruppe 3 und Stall-Nr. 68 von Gruppe 2 hatten nur Nordfenster.

Die Fensterrahmen waren zu 79 % aus Holz, zu 15 % aus Eisen und zu 6 % aus Kunststoff. Die Einbauhöhe der Fenster betrug im Durchschnitt 1,28 m.

i. Verhältnis von Fensterfläche zu Bodenfläche

Das Verhältnis der Fensterfläche zur Bodenfläche betrug im Durchschnitt 1 : 20,85. Das günstigste Verhältnis hatte Stall-Nr. 41 mit 1 : 3,9, das schlechteste Stall-Nr. 88 mit 1 : 162,0.

Tabelle 7: Verhältnis von Fensterfläche zu Bodenfläche

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
- 1 : 10	2 %	28 %	32 %	16 %
- 1 : 20	26 %	44 %	48 %	36 %
- 1 : 30	38 %	28 %	12 %	29 %
- 1 : 40	18 %	0 %	8 %	11 %
- 1 : 50	8 %	0 %	0 %	4 %
- 1 : 60	2 %	0 %	0 %	1 %
- 1 : 70	2 %	0 %	0 %	1 %
- 1 : 120	2 %	0 %	0 %	1 %
- 1 : 170	2 %	0 %	0 %	1 %

In Gruppe 1 ist das Verhältnis von Fensterfläche zu Bodenfläche den Anforderungen nicht mehr entsprechend, während man in Gruppe 2 und 3 deutliche Fortschritte erkennen kann. In Gruppe 2 und 3 weist kein Stall ein schlechteres Verhältnis von Fensterfläche zu Bodenfläche als 1 : 30 bzw. 1 : 40 auf. In vielen Ställen der Gruppe 2 und 3 wurden aus wärmetechnischen Gründen Doppelfenster eingebaut. Diese wurden in Gruppe 1 nur vereinzelt angetroffen.

Das durchschnittliche Verhältnis von Fensterfläche zu Bodenfläche sieht in den einzelnen Gruppen folgendermaßen aus:

Gruppe 1	1 : 31,75
Gruppe 2	1 : 16,22
Gruppe 3	1 : 14,59

j. Verteilung der GVE

In den hundert untersuchten Ställen wurden nur Rinder gehalten. Dies ist für das Allgäu typisch, denn die Bauern halten sich streng an die Vorschriften der Tuberkulosebekämpfung, wonach in Rinderställen weder Schweine noch Hühner geduldet werden.

Die Anzahl der GVE pro Stall lag zwischen 5 (in Stall-Nr. 66) und 40 (in Stall-Nr. 45). Im Mittel waren 16,18 GVE pro Stall aufgestellt.

Aus Tabelle 8 ist die Aufteilung der Ställe nach ihrem Besatz ersichtlich:

Tabelle 8: Besatz (GVE) der Ställe

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
- 5 GVE	0 ‰	4 ‰	4 ‰	2 ‰
- 6 "	6 ‰	0 ‰	4 ‰	4 ‰
- 7 "	4 ‰	8 ‰	4 ‰	5 ‰
- 8 "	2 ‰	8 ‰	8 ‰	5 ‰
- 9 "	0 ‰	0 ‰	8 ‰	2 ‰
- 10 "	2 ‰	0 ‰	0 ‰	1 ‰
- 11 "	12 ‰	12 ‰	4 ‰	10 ‰
- 12 "	8 ‰	20 ‰	0 ‰	9 ‰
- 13 "	18 ‰	0 ‰	0 ‰	9 ‰
- 14 "	6 ‰	0 ‰	8 ‰	5 ‰
- 15 "	6 ‰	4 ‰	12 ‰	7 ‰
- 16 "	4 ‰	4 ‰	0 ‰	3 ‰
- 17 "	2 ‰	0 ‰	0 ‰	1 ‰
- 18 "	2 ‰	0 ‰	0 ‰	1 ‰
- 19 "	6 ‰	4 ‰	8 ‰	6 ‰
- 20 "	2 ‰	0 ‰	4 ‰	2 ‰

- 25 GVE	18 %	16 %	16 %	17 %
- 30 "	0 %	8 %	12 %	5 %
- 35 "	2 %	8 %	8 %	5 %
- 40 "	0 %	4 %	0 %	1 %

Die Verteilung der Ställe nach ihrem Besatz ist ähnlich wie die nach ihrer Größe. 71 % aller Ställe weisen einen Besatz zwischen 10 und 25 GVE auf.

Der durchschnittliche Besatz betrug in

Gruppe 1	15,08 GVE/Stall
Gruppe 2	17,40 " "
Gruppe 3	17,56 " "

k. Luftraum pro GVE

Der Luftraum pro GVE betrug im Durchschnitt 18,21 m³. Der niedrigste Wert lag bei 9,30 m³ (in Stall-Nr. 37), der größte bei 41,5 m³ (in Stall-Nr. 33). In der Mehrzahl der Ställe standen einer GVE 10 - 22 m³ Luftraum zur Verfügung.

Die folgende Tabelle 9 zeigt die Verteilung der Ställe nach ihrem Luftraum pro GVE:

Tabelle 9: Luftraum pro GVE

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
- 10 m ³ /GVE	12 %	4 %	0 %	7 %
- 12 "	20 %	0 %	8 %	12 %
- 14 "	14 %	12 %	4 %	11 %
- 16 "	26 %	20 %	4 %	19 %
- 18 "	10 %	20 %	28 %	17 %
- 20 "	10 %	12 %	8 %	10 %
- 22 "	4 %	8 %	20 %	9 %
- 24 "	4 %	0 %	4 %	3 %
- 26 "	0 %	8 %	8 %	4 %

- 28 m ³ /GVE	0 %	0 %	0 %	0 %
- 30 "	0 %	4 %	8 %	3 %
- 32 "	0 %	4 %	0 %	1 %
- 34 "	0 %	4 %	4 %	2 %
- 36 "	0 %	0 %	0 %	0 %
- 38 "	0 %	4 %	0 %	1 %
- 42 "	0 %	0 %	4 %	1 %

Aus der Tabelle 9 geht hervor, daß in der Gruppe 1 Stallungen mit einem Luftraum über 24 m³ pro GVE nicht anzutreffen waren. So steht also in den neueren Stallungen einer GVE verhältnismäßig mehr Luftraum zur Verfügung.

Der durchschnittliche Luftraum pro GVE betrug

in Gruppe 1 14,44 m³

in Gruppe 2 19,51 m³

in Gruppe 3 20,70 m³.

1. Lüftungsanlagen

Als Be- und Entlüftungsanlagen wurden in allen Ställen Kippfenster mit Holz-, Eisen- und Kunststoffrahmen verwendet. Nur in 38 Ställen fand ich einen senkrechten Abluftschacht, in 7 Ställen einen Heuschacht und in 4 Ställen Ventilatoren.

Die folgende Tabelle 10 zeigt die Verteilung der Ställe nach ihren Lüftungsanlagen:

Tabelle 10: Lüftungsanlagen

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
Abluftschacht	11 Ställe	13 Ställe	14 Ställe	38 Ställe
Heuschacht	5 Ställe	1 Stall	1 Stall	7 Ställe
Ventilator	0 Ställe	3 Ställe	1 Stall	4 Ställe
Kippfenster	50 Ställe	25 Ställe	25 Ställe	100 Ställe

Nur in 3 Ställen wurden die Ventilatoren und in 17 Ställen die Abluftschächte regelmäßig benützt. Da Kippfenster allein für eine ordnungsgemäße Lüftung nicht

ausreichen, wurden also nur 20 Ställe genügend belüftet. Sehr oft wurden nicht einmal die Kippfenster als Lüftung benützt, Deshalb stellte ich oft Kondenswasserbildung an Decken und Wänden fest. Das Problem der Stallentlüftung ist auch in den neuen Ställen noch nicht gelöst. Die überall vorhandenen Kippfenster bedeuten zwar einen Fortschritt, reichen aber für eine gute Entlüftung nicht aus. Die Abluftschächte besaßen oft nicht die erforderliche Höhe und hatten daher keinen Abzug.

2. Stallklimatische Messungen

a. Temperatur

Die durchschnittliche Außentemperatur während meiner Messungen betrug $1,65^{\circ}\text{C}$.

Die durchschnittliche Stalltemperatur, einen Meter über dem Boden gemessen, betrug $13,88^{\circ}\text{C}$.

Die niedrigste gemessene Stalltemperatur zeigte Stall-Nr. 60 mit 10°C , die höchste Temperatur Stall-Nr. 79 mit 19°C .

Tabelle 11 zeigt die Verteilung der Ställe nach ihrer Temperatur, 1 m über dem Boden gemessen:

Tabelle 11: Temperatur

Temp.	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
10°C	0 %	0 %	4 %	1 %
11 "	2 %	0 %	12 %	4 %
12 "	10 %	16 %	32 %	17 %
13 "	16 %	28 %	28 %	22 %
14 "	18 %	28 %	20 %	21 %
15 "	28 %	20 %	0 %	19 %
16 "	14 %	8 %	4 %	10 %
17 "	8 %	0 %	0 %	4 %
18 "	2 %	0 %	0 %	1 %
19 "	2 %	0 %	0 %	1 %

Bei den Temperaturmessungen konnte ich in Gruppe 1 die größte Streuung beobachten. Die Temperaturen in dieser Gruppe schwankten zwischen 10°C und 19°C , während bei Gruppe 2 und 3 der niedrigste Wert bei 10°C und der höchste bei 16°C lag.

Gruppe 1 hatte eine Durchschnittstemperatur von $14,55^{\circ}\text{C}$, Gruppe 2 eine von $13,76^{\circ}\text{C}$ und Gruppe 3 eine von $12,64^{\circ}\text{C}$.

Zwischen Außentemperatur und Stalltemperatur bestand ein durchschnittliches Temperaturgefälle von $12,33^{\circ}\text{C}$. Die höchste Temperaturdifferenz von Außen- zu Innentemperatur hatte Stall-Nr. 79 mit 23°C aufzuweisen.

b. Luftfeuchtigkeit

Die durchschnittliche relative Außenfeuchte betrug 69,28 %. Als mittlerer Wert aller gemessenen Ställe wurden 85,13 % relative Luftfeuchtigkeit ermittelt. Der günstigste Wert lag bei 67 % (Stall-Nr. 54), der schlechteste bei 99 % (Stall-Nr. 74) relativer Luftfeuchtigkeit.

Tabelle 12: Relative Luftfeuchtigkeit in Stallmitte

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
65 - 70 %	0 %	16 %	12 %	7 %
70 - 75 %	0 %	12 %	4 %	4 %
75 - 80 %	10 %	24 %	24 %	17 %
80 - 85 %	14 %	12 %	4 %	11 %
85 - 90 %	30 %	20 %	16 %	24 %
90 - 95 %	38 %	8 %	24 %	27 %
95 - 100 %	8 %	8 %	16 %	10 %

Die durchschnittliche relative Feuchtigkeit betrug

in Gruppe 1 89,24 %

in Gruppe 2 81,16 %

in Gruppe 3 85,00 %

Bei der Betrachtung der relativen Feuchtigkeit in den einzelnen Gruppen fällt auf, daß Gruppe 2 am günstigsten und Gruppe 1 am schlechtesten liegt. Alle drei Gruppen liegen zum Teil knapp über 80 % relativer Luftfeuchtigkeit, dem

Wert, den die meisten Autoren als Maximum angeben, 28 % lagen unter diesem Wert. In Gruppe 1 hatten 90 % der Ställe eine relative Feuchte von über 80 %, in Gruppe 2 48 % und in Gruppe 3 60 %. Der hohe Feuchtigkeitswert in Gruppe 1 ist vor allem auf die ungenügende Lüftungsintensität dieser Ställe zurückzuführen.

c. Kohlendioxydgehalt

Der Kohlendioxydgehalt der Stallluft wurde in 1 m Höhe hinter den Tieren gemessen.

Der durchschnittliche CO_2 -Gehalt lag bei 0,25 %.

Den höchsten Kohlendioxydgehalt zeigte Stall-Nr. 78 mit 0,65 %, den niedrigsten Stall-Nr. 41 mit 0,05 %.

Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die Verteilung der Ställe nach ihrem Kohlendioxydgehalt:

Tabelle 13: Kohlendioxydgehalt

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
- 0,10 % CO_2	0 %	0 %	4 %	1 %
- 0,15 % "	0 %	16 %	16 %	8 %
- 0,20 % "	6 %	32 %	32 %	19 %
- 0,25 % "	20 %	32 %	20 %	23 %
- 0,30 % "	32 %	12 %	8 %	21 %
- 0,35 % "	14 %	8 %	8 %	11 %
- 0,40 % "	12 %	0 %	4 %	7 %
- 0,45 % "	10 %	0 %	8 %	7 %
- 0,50 % "	2 %	0 %	0 %	1 %
- 0,55 % "	2 %	0 %	0 %	1 %
- 0,60 % "	0 %	0 "	0 %	0 %
- 0,65 % "	2 %	0 %	0 %	1 %

Aus der Tabelle 13 erkennt man die Anzahl der Ställe, die den von COMBERG (14) als Maximum angegebenen Wert von 0,4 % CO_2 übersteigen; dies sind in Gruppe 1 8 und in Gruppe 3 2 Ställe.

Der durchschnittliche CO_2 -Gehalt sieht in den einzelnen Gruppen folgendermaßen aus:

Gruppe 1 0,31 % CO_2

Gruppe 2 0,21 % CO_2

Gruppe 3 0,22 % CO_2

Der relativ hohe CO_2 -Wert in Gruppe 1 ist vor allem auf ungenügende Lüftung und mangelnde Sauberkeit in diesen Ställen zurückzuführen.

d. Abkühlungsgröße

FUHRMANN (33) gibt als optimale Werte für die Abkühlungsgröße 7,0 - 10,0 m, cal/cm²/sec an.

Bei meinen Messungen bewegten sich die Abkühlungsgrößen zwischen 5,2 (Stall-Nr. 79) und 10,5 (Stall-Nr. 41). Der Mittelwert betrug 7,58.

Der Durchschnittswert der AKG war

in Gruppe 1 6,95

in Gruppe 2 7,86

in Gruppe 3 7,93.

In Gruppe 1 war die AKG unter 7,0 in 23 Ställen = 46 %

zwischen 7,0 und 10,0 in 27 Ställen = 54 %

In Gruppe 2 war die AKG unter 7,0 in 1 Stall = 4 %

zwischen 7,0 und 10,0 in 24 Ställen = 96 %

In Gruppe 3 war die AKG unter 7,0 in 2 Ställen = 8 %

zwischen 7,0 und 10,0 in 22 Ställen = 88 %

über 10,0 in 1 Stall = 4 %.

Diese Aufstellung veranschaulicht, wieviel Prozent der Ställe unter dem geforderten Wert von 7,0 liegen.

in 73 % aller Ställe ist die Abkühlungsgröße als ausreichend zu bezeichnen.

e. Luftbewegung

Wie aus der mit dem Katathermometer gemessenen Abkühlungsgröße die Luftbewegung errechnet wird, ist bereits im Kapitel über Instrumente und Untersuchungsmethoden dargelegt. Es ist aber zu bedenken, daß nicht jede im Stall gemessene Luftbewegung einer Lüftung gleichzusetzen ist. Auch Vertikalströmungen und durch die Tiere hervorgerufene Luftbewegung werden von den Instrumenten registriert. Die Luftbewegung wurde in der Mitte des Stalles gemessen.

FUHRMANN (33) nennt als Grenzwerte für die Luftbewegung 0,1 m/sec bis 0,16 m/sec. Wird die untere Grenze unterschritten, so ist die Lüftungsintensität zu gering. Übersteigt die Luftbewegung hingegen den Wert von 0,2 m/sec, so bringt dies die Gefahr von Zugluft und damit auch die Unterkühlung der Tiere mit sich.

Die größte Luftbewegung mit 0,211 m/sec war in Stall-Nr. 15, die kleinste mit 0,057 m/sec in Stall-Nr. 2 zu messen. Im Durchschnitt betrug sie 0,113 m/sec.

Die folgende Tabelle 14 gibt eine Übersicht über die Verteilung der Ställe nach der Größe ihrer Luftbewegung:

Tabelle 14: Luftbewegung

	Gruppe 1 (alte Ställe)	Gruppe 2 (neue Ställe)	Gruppe 4 (Aussiedlerhöfe)	Total
- 0,07 m/sec	22 %	4 %	4 %	13 %
- 0,10 "	48 %	20 %	36 %	38 %
- 0,13 "	24 %	52 %	36 %	34 %
- 0,15 "	2 %	16 %	16 %	9 %
- 0,18 "	2 %	8 %	4 %	4 %
- 0,20 "	2 %	0 %	0 %	1 %
- 0,22 "	0 %	0 %	4 %	1 %

51 % aller Ställe erreichten die Mindestforderung von 0,1 m/sec nicht. Dennoch lag die durchschnittliche Luftbewegung in Gruppe 2 und 3 in den vorgeschriebenen Grenzen. Der Durchschnittswert der Gruppe 1 lag etwas unter dem geforderten Minimum. Die Ursachen der zu niedrigen Luftbewegung bei den alten Ställen sind in den fehlenden Lüftungsanlagen sowie in der mangelhaften Ausnutzung der vorhandenen Lüftungseinrichtungen zu suchen. Grundsätzlich läßt eine niedrige Luftbewegung auf eine schlechte Lüftungsintensität schlie-

ßen. Dies bestätigen auch meine Untersuchungen: In den genannten Ställen bestand durchwegs ein hoher Feuchtigkeitsgrad und ein erhöhter Kohlendioxydgehalt.

Die durchschnittliche Luftbewegung betrug

in Gruppe 1 0,092 m/sec.

in Gruppe 2 0,115 m/sec

in Gruppe 3 0,139 m/sec.

f. Helligkeit

Da die Sauberkeit der Fenster und ihre Lage zur Himmelsrichtung die Helligkeit im Stall wesentlich beeinflussen, eignen sich die mit dem Luxmeter gemessenen Werte besser zur Bestimmung der Helligkeit als das Verhältnis von Fensterfläche zu Bodenfläche.

Die durchschnittliche Außenhelligkeit betrug bei meinen Messungen 1360 Lux. Die mittlere Helligkeit in allen Ställen war 48,8 Lux. Der kleinste Wert lag bei 1 Lux (Stall-Nr. 1), der größte bei 260 Lux (Stall-Nr. 41).

Die folgende Tabelle 15 zeigt die Verteilung der Ställe nach ihrer Helligkeit:

Tabelle 15: Helligkeit im Stall

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Total
- 10 Lux	30 %	8 %	0 %	17 %
- 20 "	46 %	8 %	8 %	27 %
- 30 "	18 %	20 %	8 %	16 %
- 40 "	6 %	36 %	0 %	12 %
- 50 "	0 %	16 %	20 %	9 %
- 60 "	0 %	0 %	0 %	0 %
- 70 "	0 %	8 %	0 %	2 %
- 80 "	0 %	4 %	8 %	3 %
- 90 "	0 %	0 %	4 %	1 %
- 100 "	0 %	0 %	4 %	1 %
- 110 "	0 %	0 %	0 %	0 %

- 120 Lux	0 ‰	0 ‰	4 ‰	1 ‰
- 130 "	0 ‰	0 ‰	12 ‰	3 ‰
- 140 "	0 ‰	0 ‰	8 ‰	2 ‰
ü. 140 "	0 ‰	0 ‰	24 ‰	6 ‰

In der Helligkeit konnte ich den auffallendsten Unterschied zwischen den drei Gruppen feststellen. Während in Gruppe 2 und 3 fast alle Ställe die geforderte Helligkeit von 20 Lux erreichten und zum Teil sogar Werte bis zu 260 Lux aufwiesen, erreichten in Gruppe 1 78 ‰ der Ställe nicht das geforderte Mindestmaß von 20 Lux.

Der Durchschnittswert der Gruppe 1 war 15,64 Lux

der Gruppe 2 war 35,04 "

der Gruppe 3 war 105,52 ".

3. Milchleistung

Bei der Betrachtung der Milchleistung der einzelnen Ställe fällt auf, daß sie durchschnittlich in Gruppe 2 und 3 wesentlich höher liegt als in Gruppe 1. Die Durchschnittswerte von Temperatur, Feuchtigkeit, CO₂-Gehalt sowie Helligkeit sind in den letzten beiden Gruppen günstiger als in der ersten Gruppe. Tabelle 16 zeigt in einer Gegenüberstellung die wichtigsten stallklimatischen Daten der drei Gruppen im Vergleich zur Milchleistung:

Tabelle 16: Durchschnittsergebnisse der wichtigsten Klimafaktoren und der Milchleistung

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Luftraum/GVE	14,40 m ³	19,51 m ³	20,69 m ³
FF : BF	1 : 31,75	1 : 16,2	1 : 14,5
Helligkeit	15,74 Lux	35,04 Lux	105,52 Lux
Temperatur	14,5° C	13,7° C	12,6° C
rel. Feuchte	89,24 ‰	81,16 ‰	85,0 ‰
CO ₂ -Gehalt	0,31 ‰	0,21 ‰	0,22 ‰
Luftbewegung	0,092 m/sec	0,115 m/sec	0,139 m/sec

Milch kg	3687,06	3945,32	3865,95
Fett kg	138,6	151,9	178,5
Fett %	3,76	3,85	4,10

Diese Gegenüberstellung in Tabelle 16 zeigt die bessere Milchleistung bei den Gruppen 2 und 3, den Ställen also, welche die günstigeren stallklimatischen Bedingungen aufweisen.

Sämtliche untersuchten Ställe unterzogen sich der Milchleistungsprüfung.

Herdbuchbetriebe waren

in Gruppe 1 32 % der Ställe

in Gruppe 2 64 % der Ställe

in Gruppe 3 76 % der Ställe.

Es wäre verfehlt, die besseren stallklimatischen Bedingungen als die alleinige Ursache der besseren Milchleistung anzusehen. Die primäre Ursache guter Milchleistung ist Veranlagung und Fütterung. Doch ist es sicher nicht von der Hand zu weisen, daß gute stallklimatische Umweltsbedingungen einen günstigen Einfluß auf die Gesamtmilchleistung haben. Vom experimentell-wissenschaftlichen Standpunkt aus versuchte ich dies in der vorgelegten Arbeit zu beweisen.

IV. BESCHREIBUNG EINES FÜR DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET TYPISCHEN AUSSIEDLERHOF-STALLES MIT GRUNDRISS (STALL-NR. 36)

Der Aussiedlerhof wurde an einer Nord-Süd-Hanglage errichtet. Durch die Längsanordnung von Wohn- und Aufenthaltsräumen sowie der Stallung sind diese nach Süden orientiert.

Der Stall ist 2 Jahre alt. Die Fundamente sind als Stützen- und Streifenfundamente auf Frosttiefe mit Stampfbeton gebaut. Die Außenmauern sind 36 cm stark, hergestellt aus Bimssteinen.

Die Ostwand schließt sich an einen ca. 5 m breiten Zwischenbau an, der Milch- und Futterkammer beherbergt und Wohnhaus, Stall und Scheune verbindet. An die Westwand des Stalles grenzt die Tenne.

Die Nord- und Südfront sind freie Außenwände. Für die Liege- und Standfläche der Rinder wurde Doritbelag verwendet, der Mistgang besteht aus Beton mit Estrich.

Die Stalldecke ist als Spannbetondecke errichtet; darüber ist Heu und Stroh gelagert.

Der Stall ist 27,0 m lang, 11,0 m breit und 2,7 m hoch, das ergibt eine Grundfläche von $297,0 \text{ m}^2$ und eine Kubatur von $801,9 \text{ m}^3$.

Er beherbergt 21 Kühe, 12 Jungrinder und 5 Kälber, also 28 GVE.

Einer GVE stehen $28,5 \text{ m}^3$ Luftraum zur Verfügung.

Von den 28 Fenstern blicken 16 nach Süden und 12 nach Norden. Die Gesamtfensterfläche beträgt $24,36 \text{ m}^2$. Die Fenster sind als Kippfenster konstruiert und werden zur Lüftung mit herangezogen. Das Verhältnis Fenster- zu Bodenfläche lautet 1 : 12,3.

Die Aufstallung ist zweireihig. In der Mitte befindet sich der 1,30 m breite Futtergang, der Mistgang verfügt über eine Breite von ebenfalls 1,30 m. Als Lüftungseinrichtung ist ein Abluftschacht mit 5,0 m Länge und mit einem Durchmesser von 60 x 50 cm vorhanden.

Die Stände sind 1,70 m lang, daran schließt sich ein 80 cm breiter Gitterrost. Die anfallenden tierischen Exkremente werden im Schwemmentmistungsverfahren der Güllegrube zugeführt, die ein Volumen von 300 m^3 aufweist.

Der Stall wurde am 31. 1. 1966 bei einer Außentemperatur von $+7^\circ \text{C}$ und einer relativen Außenluftfeuchte von 61 % untersucht.

Die Stalltemperatur betrug in 1 m Höhe 13°C .

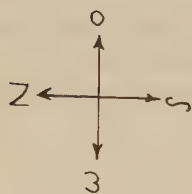
Die Stallluft wies 75 % relative Feuchtigkeit auf.

Der CO_2 -Gehalt betrug 0,16 %.

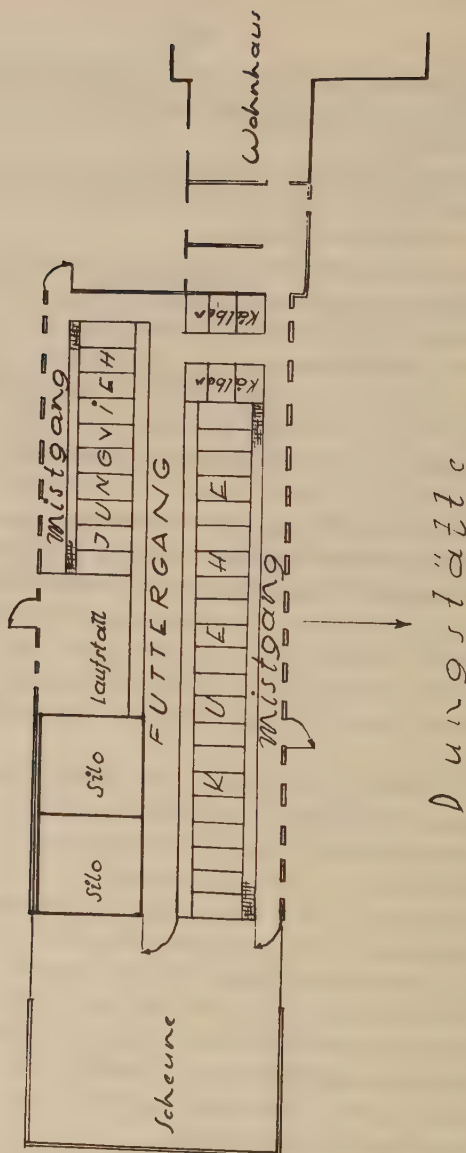
Die Abkühlungsgröße war in Stallmitte in 1 m Höhe 8,2.

In der Stallmitte wurde eine Luftbewegung von 0,141 m/sec verzeichnet.

Bei einer Außenhelligkeit von 900 Lux stellte ich im Stall 180 Lux fest.



Stall N^o 36 Grundriß



D. Besprechung der Ergebnisse

Im Landkreis Marktoberdorf wurden 100 Rinderställe nach ihren bautechnischen und bioklimatischen Gegebenheiten untersucht. In diesem Abschnitt sollen nun die drei Gruppen, die über 20 Jahre alten Ställe, die Ställe im Alter bis zu 10 Jahren und die Ställe der Aussiedlerhöfe untereinander verglichen werden.

Um sich voll entfalten zu können, verlangt jede Tierart ihr eigenes optimales Klima. Von diesem Gesichtspunkt her ist es begrüßenswert, daß in meinen untersuchten Ställen niemals Hühner, Schweine oder Pferde angetroffen wurden, sondern ausschließlich Rinder. Die Einnahmen des Allgäuer Bauern stammen zum größten Teil aus seinem Rinderstall, deshalb achtet er darauf, daß seine Kuhherde nicht durch die Hühner- oder Schweinetuberkulose gefährdet wird. Dagegen fanden viele andere Autoren (MATULA 73, RIETZLER 90, VAN KAMPEN 56) einen hohen Prozentsatz an Gemischtställen.

Das Alter der untersuchten Ställe schwankte zwischen einem Jahr und 105 Jahren. Das Durchschnittsalter betrug 21,4 Jahre. Der Wahl des Baumaterials wurde lange Zeit keine große Bedeutung zugemessen. Um so erfreulicher ist die Tatsache, daß bei allen untersuchten Stallneubauten nur solche Baustoffe verwendet wurden, die heute uneingeschränkt empfohlen werden können. Als Baumaterial für die Umfassungsmauern der Ställe fanden Bimssteine, Hohlziegel, und Vollziegel Verwendung. Während in Gruppe 2 und 3 die Bimssteine dominierten, fand ich sie in den alten Ställen nur zu 4 % verwendet. Da in den letzten Jahren in der Kreisstadt eine Bimssteinfabrik entstand, ist es verständlich, daß die Bauern dieses billigere Baumaterial bevorzugen, zumal es wegen seines günstigen Größenmaßes die Bauzeit abkürzt. Die Dicke der Umfassungswände betrug im Durchschnitt in Gruppe 1 36 cm, in Gruppe 2 38 cm und in Gruppe 3 39 cm. Es wurden also fast alle Ställe in bezug auf die Bauweise und die Baustoffe so errichtet, daß sie sowohl den statischen als auch den wärmetechnischen Forderungen entsprechen.

In 52 % der untersuchten Ställe fand ich eine Holzdecke, davon bei den alten Ställen allein 41 %. In den neueren Ställen wurden vornehmlich Spannbeton- und Eisenbetondecken vorgefunden. An manchen Massivdecken konnte ich Schweißwasserbildung feststellen, während dies an Holzdecken nicht zu beobachten war. Daher kann man diese Deckenart trotz der bestehenden Feuergefährlichkeit auf Grund ihrer guten Eigenschaften wie Wärmedämmung und Ventilation bestens empfehlen.

Die Standplätze bestanden zu 28 % aus Holz, zu 8 % aus Tonplatten, zu 26 %

aus Beton, zu 2 % aus Gummimatten und zu 36 % aus fabrikmäßig hergestellten Bodenbelägen wie Kornit, Steinit und Dorit. Das Holz als Standplatzmaterial hat im Gegensatz zu Beton einerseits den Vorteil der vorzüglichen Wärmeisolation, andererseits besitzt es eine geringere Haltbarkeit, da es von Kot und Harn zersetzt wird und so eine Brutstätte für Keime bildet. Deshalb ist es in den neueren Ställen als Fortschritt anzusehen, daß trotz des höheren Preises die fabrikmäßig hergestellten Bodenbeläge eine wachsende Verwendung finden.

Als Aufstellungsart traf ich zu 91 % den Mittellangstand an, nur selten wurde der Langstand 2 % oder Kurzstand 5 % oder der geschlossene Laufstall 2 % vorgefunden. Vermißt wurde in allen Ställen, besonders in denen mit Kurzstand, ein separater Abkalbestall. Während die Kälber durchwegs in Boxen untergebracht waren, wurde in nur wenigen Ställen der für die gute Entwicklung des Jungviehs so wichtige Laufstall angetroffen. In einigen neueren Ställen wurde der Kurzstand in Verbindung mit dem Gitterrost verwendet. Bei der Beurteilung der Gitterroste spielen aus tierärztlicher Sicht die Probleme Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit eine untergeordnete Rolle. Hier geht es zuerst um das Wohlergehen der Tiere, das nicht in allen Fällen gesichert zu sein scheint. Bei meiner tierärztlichen Tätigkeit traf ich oft in Ställen mit Gitterrost Krankheiten an Extremitäten und am Euter, deren Ursachen in Konstruktionsmängeln der Gitterrostaufstellung zu suchen sind. Dabei traten vor allem Hautläsionen, Phlegmonen und Stauungsödeme an den Extremitäten infolge zu langen Stehens, Steifheiten und viele andere Krankheiten auf. Diese ließen sich vermeiden, wenn beachtet würde, daß der Stand maßgerecht, die Standfläche rutschfest und fugenlos und die Auftrittsfläche der Gitterroststäbe möglichst breit sein müssen.

Von der Gesamtfensterzahl gingen 76,9 % nach Süden, Osten oder Westen. Nur 2 % der Ställe besaßen ausschließlich Nordfenster. Da Nordfenster sowohl in bezug auf den Wärmehaushalt des Stalles als auch wegen des zu geringen Sonnenfangwertes abzulehnen sind, ist dieses Resultat doch recht erfreulich.

Das den Forderungen der meisten Autoren entsprechende Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche mit durchschnittlich 1 : 20,8 ist vor allem auf die günstigen Werte in Gruppe 2 und 3 zurückzuführen. Während das mittlere Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche in diesen beiden Gruppen 1 : 16,2, bzw. 1 : 14,5 beträgt, so beläuft es sich in Gruppe 1 auf 1 : 31,7. Bei den Ställen, die in den letzten Jahren gebaut wurden, erkannte man wohl den günstigen Einfluß des Lichtes auf die Gesundheit der Tiere und baute größere Fenster ein. In den alten Ställen wurden aus wärmetechnischen Erwägungen die Fenster zu klein gehalten. Um den Wärmeverlust der großen Fenster zu mindern, wurden in den neueren Ställen Doppelfenster eingebaut.

Die Durchschnittsgröße aller Ställe betrug $309,16 \text{ m}^3$. Vergleicht man die drei

Gruppen untereinander, so sieht man deutlich, daß die neueren Ställe wesentlich größer sind als die alten, andererseits aber die Viehzahl in Gruppe 1 nur um ca. 2 GVE durchschnittlich pro Stall geringer ist als in den beiden anderen Gruppen. Dies veranschaulicht den hohen Viehbesatz in den alten Ställen, die unbedingt einer Erweiterung bedürften.

Der Durchschnitt an Luftraum pro GVE beträgt

in Gruppe 1	14,44 m ³
in Gruppe 2	19,51 m ³
in Gruppe 3	20,70 m ³ .

Diese Ergebnisse lassen einen gewissen Unterschied zugunsten der neuen Stallungen der Gruppe 2 und 3 erkennen. Die Voraussetzung für ein günstiges Stallklima ist in jedem Falle eine ausgewogene Besetzung des Stalles. Als Mindestwert an Luftraum pro GVE geben die meisten Autoren 20 m³/GVE an. 92 % der alten Ställe erreichten diese Norm nicht, was sich ungünstig auf die stallklimatischen Ergebnisse auswirkte.

Das Problem der Stallentlüftung ist sowohl bei den neuen Ställen als auch besonders bei den alten Ställen ungenügend gelöst. Die in allen Ställen vorhandenen Kippfenster reichen für die Stallentlüftung keineswegs aus. So fand ich insgesamt nur 17 Abluftschächte und 3 elektrische Ventilatoren, die regelmäßig in Betrieb waren. Es wiesen also nur 20 % der Ställe eine funktionsfähige Belüftungsanlage auf. Ein Hinweis auf die unbedingt notwendige Lüftungsanlage, vor allem aber darauf, daß nur eine vom Menschen unabhängige Zwangs-entlüftung ein gesundes Stallklima gewährleisten kann, wäre angebracht. Die Temperaturen in den drei Gruppen mit 14,55° C, 13,76° C bzw. 12,64° C im Durchschnitt kann man als zufriedenstellend bezeichnen, wenn man die obere Grenze bei 15° C ansetzt, wie es von den meisten Autoren gefordert wird. Allerdings muß man bedenken, daß die mittlere Außentemperatur bei nur +1,65° C lag. Zwischen Außen- und Innentemperatur bestand ein durchschnittliches Temperaturgefälle von 12,3° C. Die Norm von 15° C übersteigen in Gruppe 1 26 %, in Gruppe 2 8 % und in Gruppe 3 4 % der Ställe. Daß hohe Stalltemperaturen auch die anderen klimatischen Werte ungünstig beeinflussen, scheint sich auch hier zu beweisen. In diesen 16 Stallungen mit Temperaturen über 15° C lagen die Durchschnittswerte der Feuchtigkeit bei 90,8 %, der CO₂-Gehalt bei 0,35 % und die Luftbewegung bei 0,082 m/sec. Auch wurde in keinem der genannten Ställe eine Lüftungsanlage gefunden (siehe Übersichtstabellen Nr. 17, Nr. 18, Nr. 19).

Die relative Luftfeuchtigkeit soll nach Ansicht der meisten Autoren den Höchstwert von 80 % nicht übersteigen. Bei meinen Messungen war der Durchschnitts-

wert in allen Ställen 85,13 % und außen 69,28 %. Es bestand also ein mittleres Feuchtigkeitsgefälle von 15,85 %. 28 % der Ställe blieben unter der Höchstgrenze von 80 %. Zu dem gemessenen Durchschnittswert aller Ställe von 85,13 % relativer Luftfeuchtigkeit bestätigen die neueren Untersuchungen anderer Autoren, daß der in der Literatur geforderte Wert von 80 % in der Praxis selten erreicht wird. So fanden im Durchschnitt gemessen KRÜGER (66) 86,5 %, VAN KAMPEN (56) 89,9 % und SZOLDATITS (111) sogar 95,0 % relative Luftfeuchtigkeit. Über 80 % relative Luftfeuchtigkeit hatten

in Gruppe 1	90 % der untersuchten Ställe
in Gruppe 2	48 %
in Gruppe 3	60 %.

Die hohen Feuchtigkeitswerte in Gruppe 1 sind außer auf die ungenügende Ventilation darauf zurückzuführen, daß einer GVE wesentlich weniger Luftraum zur Verfügung stand als in den beiden letzten Gruppen. Insgesamt läßt sich feststellen, daß die relative Luftfeuchtigkeit in den untersuchten Ställen zu hoch war. Dies ist zu begründen erstens durch den Mangel an Entlüftungsanlagen und zweitens durch den hohen Feuchtigkeitsgehalt der Außenluft von durchschnittlich 69,28 % an den Untersuchungstagen. Im Winter trägt auch die Silofütterung zur Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit bei. Die täglich benötigte Silorration wird tagsüber im Stall gelagert, wodurch die Luft noch zusätzlich mit Feuchte angereichert wird.

Der CO_2 -Gehalt liegt, wenn man 0,3 % als Grenzwert annimmt, mit durchschnittlich 0,25 % sehr günstig. Der Unterschied der neuen zu den alten Ställen zeigt sich hier besonders deutlich.

Der durchschnittliche CO_2 -Gehalt betrug

in Gruppe 1	0,31 %
in Gruppe 2	0,21 %
in Gruppe 3	0,22 %.

Die sehr guten CO_2 -Werte in den Neubau-ställen und in den Ställen der Aussiedlerhöfe sind vor allem auf die peinliche Sauberkeit in diesen Stallungen zurückzuführen. Diese Tatsache trifft für die alten Stallungen nur sehr beschränkt zu. Ein hoher Prozentsatz des CO_2 -Gehaltes wird auch von den Exkrementen der Tiere gebildet (ZORN) 116). Deshalb sei in diesem Zusammenhang auf die Sauberkeit und Reinlichkeit in den Ställen hingewiesen als nicht zu unterschätzende Faktoren in bezug auf das Stallklima.

FUHRMANN (33) gibt als optimale Werte für die Abkühlungsgröße in Rinderstäl-

len 7,0 bis 10,0 an. Der von mir ermittelte Durchschnittswert von 7,58 liegt demnach etwas über dem Minimum. Bei Gruppe 3 ist er mit 7,93 am günstigsten, gefolgt von Gruppe 2 mit 7,86 und von Gruppe 1 mit 6,95. Dieser Wert bedeutet, daß in einem überwiegenden Teil der Stallungen der Gruppe 1 für die Tiere die Gefahr der Wärmestauung bestand, weil durch die hohe Luftfeuchtigkeit und die mangelnde Luftbewegung die Möglichkeit der Abgabe von Körperwärme vermindert war.

Nach FUHRMANN (33) sollte die Windgeschwindigkeit in Rinderställen einen Wert von 0,1 bis 0,16 m/sec haben. Die Luftbewegung liegt mit 0,113 m/sec bei meinen Messungen innerhalb der geforderten Grenzen.

In Gruppe 1 beträgt sie durchschnittlich 0,092 m/sec

In Gruppe 2 beträgt sie durchschnittlich 0,115 m/sec

In Gruppe 3 beträgt sie durchschnittlich 0,139 m/sec.

Eine Luftbewegung unter 0,1 m/sec ist die Folge einer schlechten Ventilation, die sich auch bei anderen stallklimatischen Werten ungünstig bemerkbar macht. Unter diesem Minimum blieben in Gruppe 1 70 %, in Gruppe 2 24 % und in Gruppe 3 40 %. Abhilfe wäre hier zu suchen in zweckmäßig angelegten Belüftungsvorrichtungen und in der Ausnützung der schon vorhandenen Lüftungsmöglichkeiten.

NUSSHAG (74) fordert für Rinderställe eine Beleuchtungsstärke von mindestens 20 Lux. Die mittlere Helligkeit in allen Ställen betrug 48,8 Lux. Insgesamt blieben 44 % der Ställe unter 20 Lux Beleuchtungsstärke, davon in Gruppe 1 76 %, in Gruppe 2 16 % und in Gruppe 3 8 %. Es muß erwähnt werden, daß die Helligkeit im Stall wesentlich von der Außenhelligkeit und dem Verschmutzungsgrad der Fenster abhängt. Dabei konnte ich bei den alten Ställen häufig stark verschmutzte Fenster beobachten. Auf Grund der durchgeführten Messungen komme ich zu der Überzeugung, daß der Allgäuer Bauer den günstigen Einfluß des Lichtes auf die Haustiere auszunützen versteht. Das beweist die hohe Helligkeit in den Ställen, die durchschnittlich bei 48,8 Lux liegt. Laut Mitteilung des Tierzuchtamtes Kaufbeuren liegt im Landkreis Marktoberdorf der Durchschnittsertrag je Kuh im Jahre 1965 bei 3661 Milch-kg und bei 140 Fett-kg. In meinen hundert untersuchten Ställen fand ich ein Durchschnittsergebnis von 3832,7 kg Milch bei 158,3 kg Fett.

Das Durchschnittsergebnis in den einzelnen Gruppen lautet:

Gruppe 1 3687,06 Milch-kg 3,76 Fett-% 138,6 Fett-kg

Gruppe 2 3945,32 Milch-kg 3,85 Fett-% 151,9 Fett-kg

Gruppe 3 3865,95 Milch-kg 4,10 Fett-% 178,5 Fett-kg

Es fällt auf, daß die Milchleistungen der neueren Ställe, also der Ställe mit den besseren stallklimatischen Werten, wesentlich über denen der alten Ställe liegen (siehe Übersichtstabellen Nr. 17, Nr. 18, Nr. 19).

In erster Linie wird die Milchleistung von Veranlagung und Fütterung bestimmt. Daß aber ein Zusammenhang zwischen Stallklima einerseits und Milchleistung andererseits besteht, läßt sich nicht von der Hand weisen.

Abschließend kann gesagt werden, daß bei den Stallneubauten und Aussiedlerhöfen gute Fortschritte erzielt wurden in bautechnischer und stallklimatischer Hinsicht. Die Durchschnittswerte von Temperatur, Feuchtigkeit, CO_2 -Gehalt sowie Helligkeit sind wesentlich günstiger als bei den Altbauten. Doch ein Hinweis auf die unbedingt notwendige Lüftungsanlage bei den neuen Ställen sei nochmals vorgebracht. Vielen erscheinen z. B. allein hohe Stalltemperaturen erforderlich. Faktoren wie Luftbewegung und Stallfeuchte werden oft vollkommen unbeachtet gelassen. Schlecht belüftete und feuchte Ställe haben indessen einen weit ungünstigen Einfluß auf Gesundheit und Leistung der Tiere als etwa Ställe mit guter Belüftung.

Dem Bauern müssen Sinn und Wert der Stallhygiene in verständlicher Form klar gemacht werden. Sie steigert durch Verbesserung der Umweltverhältnisse die Leistungen der Tiere, verhütet Krankheiten und erhöht damit auch die Rentabilität der Tierhaltung.

E. Zusammenfassung

1. Im Winter 1965/66 wurden im Landkreis Marktoberdorf hundert Rinderställe bautechnisch und stallhygienisch untersucht.
2. Die Ställe wurden in drei Gruppen eingeteilt:
 - Gruppe 1: 50 alte Ställe, vor 1950 gebaut
 - Gruppe 2: 25 neuzeitliche Ställe, nach 1955 erbaut
 - Gruppe 3: 25 Ställe von Aussiedlerhöfen.
3. Als Baumaterial für die Umfassungsmauern diente Bimsstein bei Gruppe 1 in 4 %, bei Gruppe 2 in 64 % und bei Gruppe 3 in 56 % der Ställe. Hohlziegel wurden in Gruppe 1 bei 36 %, in Gruppe 2 bei 16 % und in Gruppe 3 bei 28 % der Ställe verwendet. Mit Vollziegeln wurden die Ställe der Gruppe 1 zu 60 %, die der Gruppe 2 zu 20 % und die der Gruppe 3 zu 16 % gebaut.
4. Holz wurde für die Stalldecke in Gruppe 1 bei 82 %, in Gruppe 2 bei 28 % und in Gruppe 3 bei 16 % der Ställe verwendet. Spannbeton fand in Gruppe 2 in 44 % und in Gruppe 3 in 36 % der Ställe Verwendung, während Eisenbeton in Gruppe 2 in 24 % und in Gruppe 3 in 48 % der Ställe benützt wurde. Schienen-Ziegel-Gewölbe war in Gruppe 1 zu 18 % und in Gruppe 2 zu 4 % vertreten.
5. Die bevorzugte Aufstallungsform in alten und in neuen Ställen war der Mittelgangstand. In Gruppe 1 traf ich ihn zu 100 %, in Gruppe 2 zu 84 % und in Gruppe 3 zu 80 % an.
6. Der Luftraum pro GVE betrug im Mittel $18,21 \text{ m}^3$, in Gruppe 1 $14,44 \text{ m}^3$, in Gruppe 2 $19,51 \text{ m}^3$ und in Gruppe 3 $20,69 \text{ m}^3$.
7. Das Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche war im Durchschnitt 1 : 20,85, in Gruppe 1 1 : 31,75, in Gruppe 2 1 : 16,22 und in Gruppe 3 1 : 14,59.
8. In 38 % aller Ställe waren Abluftschächte und in 4 % Ventilatoren vorhanden. Als zusätzliche Lüftungseinrichtungen wurden Heuschächte, Fenster und Türen benützt.

9. Bei einer durchschnittlichen Außentemperatur von $1,65^{\circ}\text{C}$ betrug die Stalltemperatur im Mittel $13,87^{\circ}\text{C}$, in Gruppe 1 $14,55^{\circ}\text{C}$, in Gruppe 2 $13,76^{\circ}\text{C}$ und in Gruppe 3 $12,64^{\circ}\text{C}$.
10. Im Durchschnitt wurde in den Ställen 85,13 % relative Luftfeuchtigkeit festgestellt, bei einer mittleren Außenfeuchte von 69,28 %. In Gruppe 1 lag der durchschnittliche Feuchtigkeitsgrad bei 89,24 %, in Gruppe 2 bei 81,16 % und in Gruppe 3 bei 85,0 %.
11. Der Kohlendioxydgehalt der Stallluft betrug in Gruppe 1 0,31 %, in Gruppe 2 0,21 % und in Gruppe 3 0,22 %. Daraus ergibt sich für alle Ställe ein Mittelwert von 0,25 % CO_2 .
12. Die Abkühlungsgröße lag durchschnittlich bei 7,58, in Gruppe 1 bei 6,95, in Gruppe 2 bei 7,86 und in Gruppe 3 bei 7,93.
13. Die Luftbewegung belief sich auf durchschnittlich 0,113 m/sec. und erreichte im Mittel in Gruppe 1 0,092 m/sec, in Gruppe 2 0,115 m/sec und in Gruppe 3 0,139 m/sec.
14. Die Beleuchtungsintensität im Stall war durchschnittlich 48,8 Lux, in Gruppe 1 15,74 Lux, in Gruppe 2 35,04 Lux und in Gruppe 3 105,52 Lux, wobei die mittlere Außenhelligkeit 2360 Lux betrug.
15. In den Neubaställen und in den Ställen der Aussiedlerhöfe war die Durchschnittsmilchleistung wesentlich besser als in den alten Ställen. Eine Gegenüberstellung der ersten Gruppe und der beiden letzten Gruppen ergab bei den letzteren eine durchschnittliche Mehrleistung von 218 Milch-kg und 27 Fett-kg.

F. Summary

1. In the winter 1965/66 one hundred cattle-sheds in the district of Marktoberdorf were examined as to their architecture and hygiene.
2. These cattle-sheds were divided into three groups:
 Group 1: 50 old sheds, built before 1950
 Group 2: 25 modern sheds, built after 1955
 Group 3: 25 sheds belonging to small-holdings
3. Building-material for the outer walls was in group 1 pumice-stone in 4 % of the sheds, in group 2 pumice-stone in 64 %, in group 3 pumice-stone in 56 % of the sheds. Hollow bricks were used in 36 % of the sheds in group 1, in 16 % in group 2, in 28 % in group 3. 60 % of the sheds in group 1, 20 % in group 2 and 16 % in group 3 were built with solid bricks.
4. The roof of the sheds was made of wood in 82 % of the cases in group 1, 28 % in group 2 and 16 % in group 3. High-tension concrete was used in 44 % of the sheds in group 2 and in 36 % of the sheds in group 3. Reinforced concrete was used in 24 % of the sheds in group 2 and in 48 % of those in group 3. 18 % of the shed-roofs in group 1 had corrugated bricks, 4 % in group 2.
5. The favourite stall-arrangement was the medium-length one. in the old and in the new sheds. This was found in 100 % of the sheds in group 1, 84 % in group 2 and 80 % in group 3.
6. The average space reserved for each animal was 18,21 cubic meters, 14,44 cubic meters in group 1, 19,51 cubic meters in group 2 and 20,69 cubic meters in group 3.
7. The ratio of window to floor-space was on the average 1 : 20,85, in group 1 1 : 31,75, in group 2 1 : 16,22, in group 3 1 : 14,59.
8. In 38 % of the sheds ventilation-shafts had been installed, in 4 % ventilators. In addition, hay-shafts, windows and doors were used to ventilate the sheds.

9. When the average temperature outside was $1,65^{\circ}\text{C}$, the average temperature stood at $13,87^{\circ}\text{C}$, in group 1 at $14,55^{\circ}\text{C}$, in group 2 at $13,76^{\circ}\text{C}$ and in group 3 at $12,64^{\circ}\text{C}$.
10. On the average a relative humidity of 85,13 % was measured (the humidity outside was 69,28 %). The average humidity in group 1 was 89,24 %, in group 2 81,16 % and in group 3 85,0 %.
11. A carbon-dioxide content of 0,31 % was registered in the shed air of group 1, 0,21 % in group 2 and 0,22 % in group 3. This gives an average of 0,25 % CO_2 in all sheds.
12. The average cooling-space was 7,58, in group 1 6,95, in group 2 7,86 and in group 3 7,93.
13. The air-movement was on the average 0,113 m/sec, in group 1 0,092 m/sec, in group 2 0,115 m/sec and in group 3 0,139 m/sec.
14. The average light-intensity in the sheds was 48,8 Lux, 15,74 Lux in group 1, 35,04 Lux in group 2 and 105,52 Lux in group 3. The average intensity outside stood at 2360 Lux.
15. The average milk-production in the sheds, which were new, and in the sheds of the small-holdings was considerably higher than in the old sheds. The average production in the last groups was 218 milk-kg and 27 fat-kg higher than in the first group.

G. Literaturverzeichnis

1. Adam, T. Physiologische Kontrolle der Wirkungen des Stallklimas.
Tagungsberichte Nr. 23 (1960): 38 Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaft Berlin

2. Adam, T. A hideg hatása a borjakra.
Allattenyésztés 14 (1965): 33 - 44

3. Albus, K. Stallausbau mit vorgefertigten Teilen.
Bauen auf dem Lande 17 (1966): 45

4. Alterauge, W. Luftbewegungen in der Natur und Be- und Entlüftung der Unterkünfte der Tiere in ihren Beziehungen zueinander.
Prakt. Tierarzt 45 (1964): 340

5. Baltzer, K. Optimale Stallformen für Rindvieh.
Der Tierzüchter 3 (1964): 76

6. Behrens, H. Tiergesundheit im Schweinestall.
Prakt. Tierarzt 6 (1962): 221

7. Bennewitz, H. Weidegang oder ganzjährige Stallhaltung von Milchvieh in Grünlandbetrieben.
Symposium Inst. Grünland und Feldfutterbau Karl-Marx-Univ. Leipzig (1965): 225 - 244

8. Bianca, W. Reaktionen des Rindes auf Kälte und Wärme.
Züchtungskunde 31 (1959): 476

9. Bielenberg, H. Stallbau ohne Fenster?
Schweinezucht und Schweinemast 13 (1965): 292 - 293

10. Borchert, K.L. Klimaregelung in Schweineställen.
Schweinezucht und Schweinemast 13 (1965): 33

11. Buxtorf, A. Einführung des Katathermometers in die stallhygienische Meßtechnik.
Vet. med. Diss. Zürich (1942)

12. Cammerer, O. Der Einfluß der Feuchtigkeit auf die Wärmeleitzahl von Baustoffen nach dem derzeitigen internationalen Schrifttum.
Berlin 1957 zit. nach Ziegeltaschenbuch 1962
Krauskopfverlag Wiesbaden 1962

13. Cena, M. Das Strahlungsklima und sein Einfluß.
Tagungsberichte Nr. 23 (1960): 52
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaft Berlin

14. Comberg, G. Haltungsfragen bei Rind und Schwein unter dem Blickwinkel von Leistung und Gesunderhaltung.
Mitt. Tierhaltung 101 (1966): 3

15. Comberg, G. Das Stallklima als Leistungsfaktor in der Tierhaltung.
Tierzüchter 17 (1965): 81 - 82

16. Cords-Parchim, W. Der gesunde Stall.
Verl. Druckhaus Tempelhof Berlin (1950)

17. Czako, J. Ergebnisse der mit Rindern und Schweinen in Ungarn durchgeführten Haltungsversuche.
Tagungsberichte Nr. 23 (1960): 107
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaft Berlin

18. DAL Probleme der einstreulosen Haltung von Rindern und Schweinen.
Tierzucht 20 (1966): 585 - 589

19. Demcenko, P. V. Einige Ratschläge des Wissenschaftlers zur Vorbereitung der Aufstallung.
Zivotnovodstvo, Moskva 27 (1965): 11 - 12

20. Diedrich, G. Vergleichende stallklimatische Untersuchungen im
Kreise Hochschwarzwald.
Vet. med. Diss. München (1964)

21. Dömling, K. Oberdorfer Heimatbuch.
Kempten 1952

22. Dorno, E. Über physikalische Grundlagen der medizin. Klima-
tologie.
Zschr. Phys. Therapie 36 (1929): 158

23. Dudyrev, J. I. Über die Qualität von Bauten für die Viehwirtschaft.
Zivotnovodstvo, Moskva 27 (1965): 72 - 73

24. Duhamel, R. Beef cattle housing and equipment.
Ottawa 1961

25. Eichhorn, H Funktionsgerechte neue Aufstellungsformen.
Bauen auf dem Lande 16 (1965): 105

26. Eichhorn, H. Umbauten in Gehöften des bayerischen Voralpen-
raumes.
Bauen auf dem Lande 17 (1966): 193 - 198

27. Fachnormenausschuß Klima im geschlossenen Stall.
Bauwesen im Deut- DIN 18910 Blatt 1 Klima und Wärmehaushalt im
schen Normenaus- Winter (1963)
schuß

28. Fachnormenausschuß Klima im geschlossenen Stall.
Bauwesen im Deut- DIN 18910 Blatt 2 Lüftung (1964)
schen Normenaus-
schuß

29. Färber, A. Viehhaltung und Stallverhältnisse im Bayer. Wald.
Vet. med. Diss. München (1951)

30. Fickentscher, W. Stallklimatische Untersuchungen in Rinderställen
des LK Wunsiedel.
Vet. med. Diss. München (1960)

31. Frank, G. Untersuchungen d. Stallluft u. Lüftungseinrichtungen
d. Stallungen d. Kreises Kulmbach.
Vet. med. Diss. München (1951)

32. Fritsch, R. Zur Entstehung und operativen Behandlung der Klauen-
krankheiten des Rindes.
Vet. med. Nachrichten 1 (1966): 41

33. Fuhrmann, H. Beitrag zur Bestimmung d. Stallklimas.
Vet. med. Diss. Zürich (1944)

34. Gall, Chr. Umweltgestaltung für Zucht auf hohe Lebensleistung
und lange Nutzungsdauer der Milchkuh.
Arbeiten a. d. Institut für Tierzucht, Vererbungs-
u. Konstitutionsforschung d. Universität München
4 (1962): 54

35. Gerspach, K. Stallbau und gesunde Tierhaltung.
Verl. Müller Karlsruhe (1956)

36. Gerzymisch, H. Vergleichende stallhygienische Untersuchungen in
Anbinde- u. Offenstallungen.
Hygiene a. d. Lande 8 (1964): 107

37. Goertler, V. Die Veterinärhygiene u. d. Bioklimatologie in der
Haustierhaltung.
Tagungsberichte Nr. 23 (1960): 21
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaft
Berlin

38. Gruber, J. Die Wärmeleitung von Fußbodenflächen in Viehstäl-
len.
ALB Schriftenreihe 16 (1965): 40

39. Happ, H. Der Einfluß neuzeitlicher Haltungsformen auf die
Milchleistung.
Tierzüchter 18 (1966): 734 - 735

40. Hartmuth, R. Eine Vielfalt von Baustoffen.
Bauen i. d. Landwirtschaft 17 (1965): 54

41. Hecker, E. Stand und Entwicklung der Braunviehzucht in Deutschland.
Tierzüchter 18 (1966): 589 - 592

42. Herter, H. -J. Stallklimatische Untersuchungen im Kreise Säckingen unter bes. Berücksichtigung der Be- und Entlüftung.
Vet. med. Diss. München (1962)

43. Heusser, H. Licht und Haustier.
Archiv f. Tierheilkunde 12 (1959): 101

44. Hillendahl, W. Fertigteile für den Stallausbau.
Tierzüchter 17 (1965): 765 - 767

45. Hillinger, H. -G. Der Kohlendioxydgehalt der Luft eines Rinderstalles.
Zbl. Veterinärmedizin 11 (1964): 617

46. Holmquist, N. Versuche mit Spaltenboden für Rinder und Schweine in Schweden.
Tagungsberichte Nr. 59 (1963): 103
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaft Berlin

47. Holmquist, N. Ergebnisse von Baustoffprüfungen unter bes. Berücksichtigung d. Stallklimas.
Tagungsberichte Nr. 23 (1960): 136
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaft Berlin

48. Horn, H. Stallbauliche u. stallklimatische Untersuchungen in Rinderställen des Kanton Appenzell (Schweiz)
Vet. med. Diss. München (1965)

49. Hubinský, I. Beitrag zum Studium der Lüftungsproblematik in zweireihigen Kuhställen.
Pol' nohospodarstvo 11 (1965): 121 - 129

50. Ivanov, P., Kostov, St. Jungrinderaufzucht im Offenstall.
und Zachariev, Z. Zivotnovudni nauki, Sofija 2 (1965): 283 - 293

51. Janać, K. und Svoboda, S. Die bauliche Wärmetechnik beim Aufbau von Stall-objekten.
Pozemni Stavby 11 (1964): 488
52. Janowski, T. M. Luftmilieu und Fortpflanzung.
Fortpfl. Haust. 2 (1965): 2 - 6
53. Kalich, J. Aufgaben und Stand der Tierhygiene.
Tierärztliche Umschau 16 (1961): 70
55. Kalich, J. Der Einfluß einiger Umweltfaktoren auf die Winter- u. Sommermast der Schweine.
Mitt. Tierhaltung H 72 (1961)
56. Van Kampen, H. V. Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in alten u. neuen Rinder- u. Schweineställen des LK. Biberach a. d. Riß.
Vet. med. Diss. München (1963)
57. Kesner, B. Die Aufstallung von Rindern vom biometerologischen u. mikroklimatischen Standpunkt.
Tagungsberichte Nr. 23 (1960): 81
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaft Berlin
58. Kibler, H.H., Johnson, H.D., Schanklin, M.D. u. Hahn, L.R. Umweltphysiologie und Stallbau.
Stat. Res. Bull. Missouri 69 (1965): 1 - 25
59. Kienle, W. Stallklimatische Untersuchungen in Rinder- u. Schweinestallungen d. LK. Landau a. d. Isar
Vet. med. Diss. München (1960)
60. Klimmer, M. Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Nutztiere.
Verl. Parey Berlin (1924)

61. Klocek, F. Die Stallverhältnisse, der biologische Wert der Rinder u. ihre Leistungen bei Haltung in Großbeständen.
Przeglad Hodowlany 33 (1964): 41
62. Koll, F. Stallbauten.
Verl. Stocker, Graz u. Stuttgart (1965)
63. Komarov, N. und Semenjuta, A. Veterinärhygiene bei der Laufstallhaltung. Molocnoe i mjasnoe skotovodstvo Moskva 4 (1964): 29
64. Kovács, F. Veterinärhygienische Bewertung der Art der Viehhaltung.
Internat. Z. Landwirtsch. Sofia (1964): 220
65. Kovács, F. Die veterinärmedizinische Auswertung des Offenstallsystems.
Magyar Allotorvosok Lapja 18 (1963): 469
66. Krüger, H. Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in Rinder- u. Schweineställen der oberrheinischen Tiefebene mit bes. Berücksichtigung der Abkühlungsgröße.
Vet. med. Diss. München (1960)
67. Küst, D. und Schaetz, F. Fortpflanzungsstörungen bei den Haustieren.
Verl. F. Enke Stuttgart (1965): 211
68. Lakoza, I. I. Eine neue Technologie auf den Viehzuchtfarmen - die Laufstallhaltung.
Doklady TSCHA. Timirjazeva, Moskva 100 (1964): 15 - 20
69. Lenschow, J., Kaiser, R. u. Heinrich, K.H. Zehnjährige vergleichende Untersuchungen über die Haltung von Milchkühen im offenen Laufstall u. geschlossenen Anbindestall.
Archiv. f. Tierzucht 2 (1964): 155

70. Levin, A.B. Der Einfluß niedriger Temperaturen auf die Veränderung des Gehaltes an leicht hydrolisierbarem Phosphor (ATP) im Blut von Rindern.
Doklady TSCHA. Timirjazeva,
Moskva 104 (1964): 81 - 88
71. Malyszewicz, J. Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in alten u. neuen Rinder- u. Schweineställen des Kreises Paderborn
Vet. med. Diss. München (1965)
72. Mann, F.K. Zweckmäßige Beleuchtung in Ställen.
Sonderdruck a. d. Zeitschrift: "Die Deutsche Landwirtschaft" 2 (1959): 1
73. Matula, L. Stallklimatische Untersuchungen im Kreise Münsingen unter bes. Berücksichtigung von Luftbewegung, Luftfeuchtigkeit u. CO₂-Gehalt der Stallluft.
Vet. med. Diss. München (1963)
74. Nusschag, W. Hygiene der Haustiere.
Verl. Hirzel Leipzig (1957)
75. Ober, J. Der Rindviehstall.
Verl. Ulmer Stuttgart (1957)
76. Ober, J. Gesundes Stallklima.
Bayer. Landwirtschaftsverlag Bonn - München - Wien (1957)
77. Ober, J. Stallbaukunst und Klimatechnik.
Landw. Jahrbuch f. Bayern 7/8 (1949): 63
78. Ober, J. und Kiesl, H. Versuche mit einem Gerät zur Entfeuchtung der Stallluft.
Landw. Jahrbuch f. Bayern 42 (1965): 348
79. Ohl, R. Luftfeuchtigkeit, Tiergesundheit u. -haltung im richtigen Zusammenhang.
Zschr. f. Tierz. u. Züchtungsbiol. 63 (1954): 329

80. Olufsen, P. Theorie und Praxis der Stallisolierung und -lüftung
in Dänemark.
Tagungsberichte Nr. 59 (1963): 160
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaft
Berlin

81. Omeis, E. Schreider - Stalllüftung.
Tierzucht 11 (1957): 205

82. Ortlepp, H. und Einige Untersuchungen über die Beeinflussung der
Wagner, E. Stallverhältnisse durch Superphosphat - Einstreu.
Landwirtschaftl. Forsch. 18 (1965): 37

83. Otto, F.K. Technik und Bau in der Tierhaltung.
Der Tierzüchter 17 (1965): 839

84. Pavuna, H. Die Fortpflanzung der Rinder in den Freilauffoffen-
stallungen.
Stocartvo Zagreb 16 (1962): 73

85. Pechert, H. Probleme der Bioklimatologie und des Stallklimas
bei der Rinder- u. Schweinehaltung.
Der Tierzüchter 12 (1960): 8

86. Petit, K.L. und Die Unterbringung von Tieren. Die Erzeugung von
Nicolaus, A. fühlbarer Wärme.
Meded. Landbouwhogeschool Opzoekingsstat.
Staat Gent 30 (1965): 393

87. Richter, O. Tiergesundheitsdienst.
Verl. F. Enke Stuttgart (1964): 48

88. Riemann, U. Technik und Bauen in England.
Bauen auf dem Lande 17 (1966): 6

89. Rienhoff, E. Beitrag zum Stande der Tierhygiene im Landkreis
Stade.
Vet. med. Diss. Hannover (1964)

90. Rietzler, J. Vergleichende Kohlensäuremessungen nach Pettenkofer u. m. d. Draeger'schen Gasspürgerät i. Rinderstallungen d. östl. Allgäus.
Vet. med. Diss. München (1958)

91. Rolle, M. Veterinärhygiene.
Vervielfält. Manuskript München (1949)

92. Roots-Haupt-Hartwig Veterinärhygiene.
Verl. Parey Berlin (1955)

93. Rykov, F.D. und Versuche zur Anwendung von Spaltböden in
Goncarov, E.M. Sowchos "Zarja Kommunizma".
Zivotnovodstvo, Moskva 28 (1966): 72 - 73

94. Saalfeld, K. Stallklimatische Untersuchungen in Rinderställen
des Kreises Weißenburg unter bes. Berücksichti-
gung der Abkühlungsgröße.
Vet. med. Diss. München (1959)

95. Sainsbury, A. Stallungen mit gesteuerten Umweltsbedingungen.
Intern. Asbestzementrevue
Verl. Girsberger Zürich (1964)

96. Scheerer, T. Brauchen neuzeitliche Stallungen noch spezielle
Lüftungseinrichtungen?
Dipl. Arbeit Hohenheim (1963)

97. Schiffel, E. Stallhygiene und Stallklima - vom Standpunkt
des Architekten.
Vet. med. Nachr. 16 (1959): 5

98. Schipilow, W.S. Die Prophylaxe der Unfruchtbarkeit bei Kühen.
Fortpflanzung, Besamung und Aufzucht der Haus-
tiere 2 (1965): 99 - 117

99. Schmidt, H.W. Stallklimatische Untersuchungen in Rinderställen
des LK. Kusel (Pfalz).
Vet. med. Diss. München (1960)

100. Scholz, K. Methoden und Ergebnisse der Haltungsforschung
bei Rindern und Schweinen in Deutschland.
Tagungsberichte Nr. 23 (1960): 119
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaft
Berlin

101. Scholz, K. und Probleme u. Methodik von Klimauntersuchungen
Pechert, H. in Ställen.
Archiv Tierzucht 1 (1958): 10

102. Schuhmacher, K.J. Stallklimatische Untersuchungen in neuen und
 alten Rinder- u. Schweineställen.
Vet. med. Diss. München (1964)

103. Schultz, H. Untersuchungen über die virizide Wirkungsweise
 der Huminsäuren in Torfmull.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 72 (1965): 294

104. Schulze, W., Rund- Untersuchungen über den Einfluß hoher Lufttem-
feldt, H. u. Ferch, U. peratur und hoher Luftfeuchtigkeit auf die Kör-
 pertemperatur, Atem- u. Herzfrequenz beim
 Schwein.
Wiener tierärztl. Mschr. 52 (1965): 436

105. Sorembe, J. Fußböden für Rinderställe.
 Der Tierzüchter 9 (1957): 192

106. Stietenroth, K. Der bauliche Test bei Rindvieh- und Schweine-
 ställen.
Der Tierzüchter 18 (1966): 396

107. Stietenroth, K. Bioklimatische Fragen bei Stallungen.
 Ber. v. 6. Internat. Kongreß f. Technik in der
 Landwirtschaft (1964)

108. Stietenroth, K. Gutes Stallklima im Winter.
 Bauen auf dem Lande 14 (1963): 56

109. Stietenroth, K. Die Stalllüftung und was damit zusammenhängt.
 Bauen auf dem Lande 18 (1962): 7 - 34

110. Suchomlin, K. G. Die Regulierung des Wärmeaustausches bei Rindern unter Bedingungen hoher Temperaturen.
Dostizenija biologii Moskva (1965): 81 - 83
111. Szoldatits, F. Stallhygienische Untersuchungen in Rinderställen des Kreises Laufen (Obb.).
Vet. med. Diss. München (1962)
112. Wagenbach, H. Schwemmentmistung mit Zukunft.
Der Tierzüchter 15 (1963): 132
113. Wander, J. F. Verhaltensuntersuchungen auf Kurzständen
Landarbeit 17 (1966): 4 - 6
114. Wiessner, G. Hygiene in Rinder- u. Schweinestallungen des Kraichgaues unter bes. Berücksichtigung der Lichtverhältnisse.
Vet. med. Diss. München (1961)
115. Zorn, W. Die Steigerung der Milchfetterzeugung durch Hal-
tungsmaßnahmen.
Mitt. Landesversuchsgut Grub 9 (1951): 3
116. Zorn, W. Stallverbesserung und Stallneubau.
Verl. Ulmer Stuttgart (1963)
117. Zuber, R. und Gisiger, L. Stallluft- und Gülleuntersuchungen in einem Stall mit Gitterrost und Staurinne.
Mitt. schweiz. Landwirtsch. 14 (1966): 6 - 9

H. Abbildungen

Abb. 1 Aussiedlerhof mit deutlich voneinander getrenntem Wirtschaftsgebäude, Stall und Wohnhaus. (Stall-Nr. 29)



Abb. 2 Innenansicht des Stalles eines Aussiedlerhofes mit Stalldurchfahrt und Gitterrostaufstallung. (Stall-Nr. 60)



Abb. 3 Aussiedlerhof- der Stall ist in den gesamten Baukomplex des Wirtschaftsgebäudes einbezogen. Das Wohnhaus ist durch einen Zwischenbau mit dem Stall- und Wirtschaftsgebäude verbunden. (Stall-Nr. 36)





Tabelle 17: Über 20 Jahre alte Ställe

Stall Nr.	Datum d. Messung	Alter Jahre	Stall-lage	Wände Material	Dicke cm	Stand-platz-material	Auf-stallung	Stall-decke	Boden-fläche qm	Höhe d. Stalles m	Stall-raum cbm	Bestand in GVE	Raum pro GVE	Fenster Richtung	Zahl	Fläche qm	Einbau-höhe m
1	3.1.66	96	N-S	Vollziegel	25	Holz	Mittel	Holz	61,12	2,10	136,75	13	10,51	S-N	2	0,54	1,10
2	3.1.66	59	N-S	Hohlziegel	30	Holz	Mittel	Holz	110,50	2,50	276,25	15	18,41	O-S-N	5	3,60	1,00
3	3.1.66	38	O-W	Vollziegel	40	Beton	Mittel	Holz	133,20	2,80	360,96	22	16,40	O-W	5	4,25	1,00
4	3.1.66	64	N-S	Vollziegel	40	Steinit	Mittel	Schienen-Ziegelge-wölbe	87,04	2,30	200,20	13	15,40	O-W	4	3,20	1,60
5	4.1.66	33	N-S	Vollziegel	35	Holz	Mittel	Holz	75,44	2,60	193,54	15	12,81	W	4	3,60	1,25
6	4.1.66	70	N-S	Hohlziegel	30	Steinit	Mittel	Holz	65,41	2,10	137,37	14	9,17	W	5	3,80	0,90
9	6.1.66	54	N-S	Vollziegel	45	Holz	Mittel	Holz	93,50	2,40	224,50	14	16,00	N-W	6	2,50	1,40
16	9.1.66	36	N-S	Hohlziegel	30	Holz	Mittel	Holz	96,00	2,30	220,80	23	9,60	N-S	4	4,50	0,90
17	9.1.66	54	O-W	Vollziegel	35	Dorit	Mittel	Holz	81,00	2,20	178,20	16	11,10	O-W	4	3,20	0,85
18	10.1.66	105	O-W	Vollziegel	45	Beton	Mittel	Schienen-Ziegelge-wölbe	124,20	2,30	285,70	21	13,60	O-W	4	4,00	1,05
20	13.1.66	56	N-S	Hohlziegel	30	Steinit	Mittel	Holz	51,75	2,40	124,20	11	11,20	N-S	3	4,90	1,20
21	13.1.66	59	O-W	Bimsstein	30	Dorit	Mittel	Schienen-Ziegelge-wölbe	111,60	2,20	245,50	23	10,70	O-W	6	4,50	1,00
22	14.1.66	34	N-S	Hohlziegel	40	Holz	Mittel	Schienen-Ziegelge-wölbe	79,20	2,50	196,00	15	13,20	N-W	4	3,20	0,95
24	16.1.66	42	N-S	Hohlziegel	30	Holz	Mittel	Holz	61,36	2,45	160,33	10	15,03	N-S	4	4,32	1,20
Stall Nr.	Datum d. Messung	Alter Jahre	Stall-lage	Wände Material	Dicke cm	Stand-platz-material	Auf-stallung	Stall-decke	Boden-fläche qm	Höhe d. Stalles m	Stall-raum cbm	Bestand in GVE	Raum pro GVE	Fenster Richtung	Zahl	Fläche qm	Einbau-höhe m
25	16.1.66	28	O-W	Vollziegel	30	Holz	Mittel	Holz	55,20	2,40	132,48	13	9,70	O-W	4	3,90	1,30
26	16.1.66	61	N-S	Vollziegel	30	Holz	Mittel	Holz	78,09	2,40	187,42	12	15,60	O-W	4	2,25	1,30
28	18.1.66	70	N-S	Vollziegel	30	Beton	Mittel	Holz	91,00	2,30	209,30	20	10,50	N-S	4	1,92	1,10
31	22.1.66	65	N-S	Vollziegel	30	Holz	Mittel	Holz	76,72	2,25	164,95	18	12,80	N-S	4	2,88	0,95
32	27.1.66	71	O-W	Vollziegel	45	Holz	Mittel	Holz	66,12	2,30	149,80	13	11,50	W-S	3	3,50	1,00
35	30.1.66	86	O-W	Vollziegel	30	Holz	Mittel	Holz	70,00	2,25	157,50	8	19,60	W	4	2,88	1,40
36	2.2.66	56	N-S	Vollziegel	40	Steinit	Mittel	Schienen-Ziegelge-wölbe	84,32	2,60	218,97	13	16,80	N-S	4	3,20	0,95
39	2.2.66	76	O-W	Vollziegel	40	Beton	Mittel	Holz	72,00	2,20	158,40	11	14,40	W	2	1,10	0,90
40	2.2.66	46	N-S	Hohlziegel	30	Kornit	Mittel	Holz	147,90	2,70	303,30	25	12,30	O-W	8	10,40	0,85
47	5.2.66	36	O-W	Vollziegel	25	Holz	Mittel	Holz	31,92	2,40	77,20	6	12,80	O	1	0,64	1,00
48	5.2.66	61	N-S	Hohlziegel	45	Holz	Mittel	Schienen-Ziegelge-wölbe	46,80	2,25	104,50	11	9,55	N-S	2	2,40	1,30
59	11.2.66	37	O-W	Hohlziegel	25	Beton	Mittel	Holz	55,04	2,10	115,50	12	9,63	O-W	2	1,92	1,20
69	16.2.66	76	O-W	Vollziegel	30	Beton	Mittel	Holz	86,40	2,20	190,08	13	14,62	O-W	4	2,52	1,20
70	16.2.66	24	O-W	Vollziegel	25	Beton	Mittel	Holz	60,00	2,40	145,60	6	12,00	O-S-W	4	3,20	1,05

Fensterfl. zu Bodenfl.	Türen- Lüftung Zahl	Höhe der Abluftschächte	Durchmesser	Stalldurchschnitt	Milch kg	Fett kg	Fett %	Herd- buch- betrieb	Temperatur °C	Außen	Innen	Luftfeuchtigkeit Außen %	Innen %	CO ₂ -Gehalt %	Abkühlungs- gr.	Luftbe- wegung m/sec	Lux Außen	Innen
1 : 120,00	3	-	-	-	3709	143	3,86	nein	- 2	+ 13	84	94	0,40	7,50	0,090	2100	1	
1 : 30,90	3	-	-	-	3505	134	3,84	nein	- 2	+ 15	84	95	0,46	6,30	0,057	720	8	
1 : 31,50	2	-	-	-	3777	147	3,89	ja	- 1	+ 15	63	89	0,28	6,90	0,093	600	10	
1 : 28,00	3	Abluft- schacht	6,20	55 x 55	3483	129	3,63	nein	- 2	+ 14	84	89	0,28	7,20	0,090	700	15	
1 : 20,90	3	-	-	-	3966	152	3,83	nein	0	+ 15	80	89	0,26	7,00	0,100	2500	35	
1 : 17,00	3	-	-	-	3614	129	3,56	nein	+ 3	+ 12	80	87	0,22	8,00	0,101	2700	40	
1 : 31,10	2	-	-	-	3628	136	3,76	nein	- 3	+ 14	80	93	0,33	7,50	0,112	600	15	
1 : 21,30	3	Abluft- schacht	6,30	58 x 58	3925	155	3,96	ja	+ 2	+ 13	88	91	0,31	7,50	0,090	920	13	
1 : 25,00	2	Abluft- schacht	7,40	50 x 60	3771	154	4,06	nein	+ 2	+ 12	88	90	0,20	8,40	0,116	500	26	
1 : 30,30	3	Abluft- schacht	6,00	41 x 41	3781	140	3,65	nein	+ 4	+ 15	73	81	0,25	7,80	0,134	700	22	
1 : 10,00	2	-	-	-	4544	174	3,84	ja	+ 3	+ 16	73	87	0,27	6,90	0,103	600	35	
1 : 25,00	3	Abluft- schacht	6,50	90 x 80	3979	148	3,71	ja	0	+ 15	73	81	0,21	6,90	0,094	800	20	
1 : 25,00	2	-	-	-	4282	159	3,71	nein	- 1	+ 11	63	85	0,41	7,60	0,067	650	12	
1 : 12,00	3	Abluft- schacht	6,20	45 x 45	3611	138	3,79	nein	+ 4	+ 13	65	78	0,21	7,80	0,109	3600	25	

Fensterfl. Bodenfl.	Türen- Lüftung Zahl	Höhe der Abluftschächte	Durchmesser	Stalldurchschnitt			Herd- buch- betrieb	Temperatur °C		Luftfeuchtigkeit		CO ₂ - Gehalt %	Abkühlungs- gr.	Luftbe- wegung m/sec	Lux		
				Milch kg	Fett kg	Fett %		Außen	Innen	Außen %	Innen %				Außen	Innen	
14,00	2	-	-	-	3294	116	3,51	nein	+ 3	+ 15	56	82	0,28	6,00	0,066	950	18
34,70	2	-	-	-	3371	123	3,64	nein	+ 2	+ 16	52	88	0,32	6,40	0,062	900	8
50,00	3	-	-	-	3108	116	3,72	nein	- 1	+ 15	50	89	0,42	6,90	0,093	2400	7
26,00	2	Abluft- schacht	5,40	70 x 70	3744	138	3,69	nein	+ 1	+ 13	88	91	0,28	8,40	0,156	700	20
18,60	3	-	-	-	3347	118	3,53	nein	- 1	+ 14	82	93	0,31	0,098		1600	13
24,00	2	-	-	-	3437	124	3,62	nein	+ 5	+ 17	67	90	0,29	6,00	0,073	700	11
26,00	3	-	-	-	3645	130	3,57	nein	+ 2	+ 13	64	78	0,26	7,80	0,111	900	12
64,10	2	-	-	-	3452	127	3,67	nein	- 2	+ 15	63	85	0,38	6,90	0,093	700	3
14,00	2	Heu- schacht	-	60 x 70	3767	135	3,62	nein	- 3	+ 12	85	95	0,20	9,10	0,185	850	30
49,00	1	-	-	-	3863	144	3,72	nein	0	+ 16	63	94	0,42	6,30	0,070	700	4
19,80	4	Abluft- schacht	5,40	50 x 70	3721	136	3,67	nein	+ 1	+ 15	70	78	0,20	7,00	0,100	3600	20
28,60	3	-	-	-	4130	161	3,89	ja	+ 4	+ 16	90	95	0,38	6,20	0,067	1700	14
34,20	2	-	-	-	3220	117	3,64	nein	+ 2	+ 12	65	91	0,26	7,60	0,079	1000	7
19,00	2	-	-	-	3960	152	3,85	ja	+ 3	+ 17	64	90	0,25	5,90	0,072	1550	21

Übersichtstabellen

Tabelle 18: - 10 Jahre alte Ställe

Stall-Nr.	Datum d. Messung	Alter Jahre	Stall-lage	Wände Material	Dicke cm	Stand-platz-material	Auf-stallung	Stall-decke	Boden-fläche qm	Höhe d. Stalles m	Stall-raum cbm	Bestand in GVE	Raum pro GVE	Fenster Richtung	Zahl	Fläche qm	Einbau-höhe m
37	2.2.66	3	O-W	Bimsstein	35	Steinit	Mittel	Schienen-Ziegelege-wölbe	45,00	2,30	149,50	16	9,30	S-W	6	6,90	1,20
43	4.2.66	2	N-S	Bimsstein	25	Holz	Kurz	Holz	70,00	2,50	175,00	12	14,50	S-W	4	2,40	1,10
44	4.2.66	10	O-W	Bimsstein	40	Holz	Mittel	Holz	52,70	2,90	152,13	7	21,80	O-N	3	2,40	1,60
45	4.2.66	4	N-S	Bimsstein	35	Steinit	Kurz	Eisen-Beton	250,00	2,80	700,00	19	36,40	S-W-O	14	2,60	1,70
46	4.2.66	7	N-S	Vollziegel	35	Kornit	Mittel	Spann-Beton	150,00	2,50	375,00	26	14,40	N-S	6	6,72	1,60
49	9.2.66	2	O-W	Bimsstein	36	Ton-platten	Mittel	Spann-Beton	60,50	2,40	145,20	11	13,20	O-S-W	6	4,20	1,30
50	9.2.66	2	N-S	Bimsstein	40	Ton-platten	Mittel	Spann-Beton	225,00	2,70	607,50	37	16,30	O-S-W	13	26,50	1,50
51	9.2.66	2	N-S	Bimsstein	40	Kornit	Kurz	Spann-Beton	270,00	3,00	810,00	32	25,30	O-S-W	13	25,00	1,60
52	9.2.66	4	O-W	Vollziegel	40	Beton	Mittel	Eisen-Beton	48,14	2,45	127,20	8	15,90	S-O	4	8,00	1,50
53	9.2.66	3	N-S	Bimsstein	40	Beton	Mittel	Eisen-Beton	181,50	2,50	453,75	32	14,20	N-S	8	16,00	1,20
54	9.2.66	2	N-S	Vollziegel	50	Dorit	Mittel	Holz	62,40	2,60	162,20	12	13,50	S-W	5	4,80	1,30
55	10.2.66	3	N-S	Bimsstein	45	Ton-platten	Lang	Spann-Beton	298,35	2,60	814,80	29	28,90	O-S-W	21	23,50	1,50
56	10.2.66	2	N-S	Bimsstein	45	Dorit	Mittel	Spann-Beton	165,20	2,70	416,30	24	14,00	S-W-N	9	17,10	1,45
57	10.2.66	2	N-S	Bimsstein	30	Beton	Mittel	Holz	149,50	2,80	418,60	24	17,44	O-S	5	4,95	1,40
58	10.2.66	4	N-S	Vollziegel	35	Steinit	Mittel	Holz	95,00	2,80	266,00	11	24,10	S-W	4	8,00	1,40
64	15.2.66	4	N-S	Vollziegel	40	Ton-platten	Mittel	Spann-Beton	78,00	2,40	187,20	11	17,00	O-W-N	9	7,20	1,30
65	15.2.66	6	O-W	Hohlziegel	35	Beton	Mittel	Eisen-Beton	154,00	2,60	400,40	22	18,00	W-N	8	9,40	1,40
66	15.2.66	2	O-W	Hohlziegel	50	Beton	Mittel	Spann-Beton	30,00	2,50	75,00	4	19,00	S	1	1,60	1,20
67	15.2.66	8	O-W	Bimsstein	30	Kornit	Mittel	Eisen-Beton	67,20	2,60	174,72	12	14,60	N-W	4	8,00	1,50
68	15.2.66	4	N-S	Bimsstein	45	Steinit	Mittel	Spann-Beton	52,25	2,40	135,20	8	16,80	N	2	2,40	1,30
94	2.3.66	6	N-S	Bimsstein	35	Kornit	Mittel	Holz	55,00	2,70	148,50	7	21,20	O-S	5	2,70	1,50
95	2.3.66	4	O-W	Bimsstein	30	Kornit	Mittel	Eisen-Beton	103,50	2,80	289,80	15	19,30	W-N	8	4,80	1,60
96	2.3.66	5	N-S	Bimsstein	45	Ton-platten	Mittel	Spann-Beton	261,00	2,70	704,70	23	30,60	N-S	8	12,80	1,50
97	2.3.66	2	N-S	Hohlziegel	40	Ton-platten	Mittel	Holz	143,00	2,70	12	32,10	O-S-W	9	8,10	1,50	
98	2.3.66	3	N-S	Hohlziegel	40	Holz	Mittel	Spann-Beton	104,00	2,30	239,20	12	19,80	W	6	4,80	1,20

Fensterfl. zu Bodenfl.	Türen Zahl	Lüftung	Höhe der Abluftschächte	Durchmesser	Stalldurchschnitt			Herd- buch- betrieb	Temperatur °C		Luftfeuchtigkeit		CO ₂ -Gehalt	Abküh- lungs- gr.	Luftbe- wegung m/sec	Lux	
					Milch kg	Fett kg	Fett %		Außen	Innen	Außen %	Innen %	%			Außen	Innen
1 : 9,30	3	Abluft- schacht	4,30	80 x 60	3793	143	3,78	nein	+ 1	+ 15	50	69	0,18	7,40	0,132	640	62
1 : 29,20	2	-	-	-	4891	202	4,14	ja	+ 1	+ 12	83	96	0,35	7,60	0,079	800	8
1 : 29,00	2	Abluft- schacht	3,50	70 x 80	4891	202	4,14	ja	+ 1	+ 14	84	97	0,21	7,50	0,112	1100	28
1 : 19,20	2	-	-	-	3816	149	3,91	ja	+ 4	+ 15	72	87	0,15	7,10	0,108	950	35
1 : 22,40	4	Abluft- schacht	4,60	80 x 70	3428	120	3,50	nein	+ 7	+ 14	61	72	0,17	7,60	0,120	1350	45
1 : 14,40	3	Abluft- schacht	6,50	50 x 50	3407	129	3,80	nein	+ 2	+ 15	65	78	0,23	6,40	0,061	1100	35
1 : 8,40	4	Abluft- schacht	5,40	80 x 80	4227	166	3,94	ja	+ 2	+ 13	67	78	0,26	8,40	0,153	700	65
1 : 10,80	4	Abluft- schacht	7,40	50 x 50	4842	208	4,30	ja	+ 1	+ 12	67	76	0,15	8,60	0,143	600	42
1 : 6,00	3	Abluft- schacht	4,30	80 x 80	3892	146	3,74	nein	+ 4	+ 14	76	93	0,30	7,10	0,085	870	35
1 : 11,40	4	Abluft- schacht	7,80	70 x 70	4806	190	3,96	ja	+ 3	+ 14	83	83	0,17	7,40	0,105	2050	31
1 : 12,80	4	Venti- lator	-	-	3982	153	3,84	ja	+ 1	+ 13	50	67	0,15	7,80	0,108	2400	45
1 : 12,70	6	Venti- lator	-	-	3964	153	3,87	ja	+ 2	+ 13	70	79	0,14	8,40	0,176	2600	27
1 : 9,00	2	-	-	-	3184	130	4,09	ja	+ 1	+ 14	70	75	0,19	7,70	0,130	1300	43
1 : 30,00	3	Heu- schacht	-	90 x 80	3960	152	3,85	ja	+ 3	+ 13	71	84	0,19	8,20	0,141	500	9

Fensterfl. zu Bodenfl.	Türen Zahl	Lüftung	Höhe der Abluftschächte	Durchmesser	Stalldurchschnitt			Herd- buch- betrieb	Temperatur °C		Luftfeuchtigkeit		CO ₂ -Gehalt	Abküh- lungs- gr.	Luftbe- wegung m/sec	Lux	
					Milch kg	Fett kg	Fett %		Außen	Innen	Außen %	Innen %	%			Außen	Innen
1 : 11,90	3	-	-	-	4041	153	3,79	ja	+ 3	+ 16	75	85	0,24	7,90	0,125	200	19
1 : 10,80	2	Abluft- schacht	5,50	90 x 60	3923	156	3,98	ja	+ 3	+ 13	65	79	0,18	7,90	0,117	1600	40
1 : 15,00	3	-	-	-	4097	151	3,68	ja	+ 4	+ 12	67	92	0,29	7,90	0,093	1450	35
1 : 18,00	1	-	-	-	3391	124	3,65	nein	+ 2	+ 13	50	67	0,17	7,60	0,119	1100	22
1 : 8,40	2	-	-	-	3760	197	3,64	nein	+ 1	+ 12	88	90	0,23	7,90	0,096	1700	75
1 : 21,50	3	-	-	-	3814	145	3,82	nein	+ 5	+ 14	74	88	0,35	7,20	0,091	650	18
1 : 20,90	2	Abluft- schacht	3,50	50 x 60	3692	138	3,74	nein	+ 7	+ 13	55	77	0,22	7,90	0,116	1350	35
1 : 21,50	3	Abluft- schacht	5,20	70 x 70	3894	147	3,79	nein	+ 6	+ 14	54	69	0,24	8,60	0,142	880	30
1 : 20,60	3	Abluft- schacht	5,50	90 x 90	3853	153	3,94	ja	+ 5	+ 15	60	86	0,24	8,50	0,116	2700	35
1 : 17,70	4	Venti- lator	-	-	3678	134	3,68	ja	+ 8	+ 16	58	75	0,17	9,60	0,120	1800	32
1 : 21,60	3	Abluft- schacht	3,50	80 x 80	3407	129	3,80	ja	+ 6	+ 15	61	83	0,21	8,40	0,105	1920	25

Am Ende dieser Arbeit danke ich Herrn Professor
Dr. J. Kalich für die freundliche Überlassung des
Themas.

Mein Dank gilt außerdem Frl. Dr. K. Krumbacher
für die jederzeit freundliche Unterstützung.



I. Lebenslauf

Am 30. November 1938 wurde ich, Johann Ludwig, als Sohn des Bahnbeamten Johann Ludwig und seiner Ehefrau Anna, geb. Lepnik in Gurdau im Sudetenland geboren.

Mein Vater ist im Jahre 1944 in Stalingrad gefallen. Nach der Vertreibung aus der Heimat besuchte ich fünf Jahre lang die Volksschule in Bidingen, Landkreis Marktoberdorf. 1951 trat ich in das Humanistische Gymnasium in St. Ottilien ein. 1954 wechselte ich auf das Gymnasium in Kempten über, wo ich im Sommer 1959 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1959/60 studierte ich an der Ludwig-Maximilian-Universität München Philosophie. Im Sommersemester 1960 immatrikulierte ich mich an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München. Nach einem klinischen Semester an der Tierärztlichen Hochschule in Wien im Jahre 1963 unterzog ich mich im Herbst 1964 dem tierärztlichen Staatsexamen in München.

Meine Approbation erhielt ich am 1. Oktober 1965.

